

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 10-099815

(43)Date of publication of application : 21.04.1998

(51)Int.Cl.

B09B 3/00
B01D 53/70
B09B 5/00
C22B 1/00
C22B 7/00

(21)Application number : 08-259201

(71)Applicant : TOSHIBA CORP
OGIHARA EKOROJII KK

(22)Date of filing : 30.09.1996

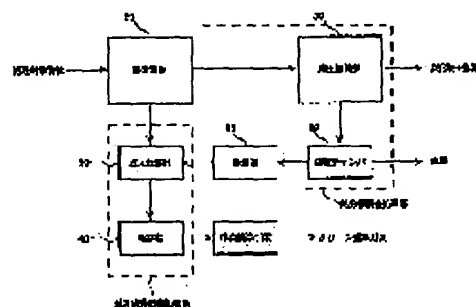
(72)Inventor : TEJIMA KOICHI
TODOROKI TOMOHIRO
OYASATO NAOHIKO
FURUYA TOMIAKI
YOKOYAMA YOSHIAKI
OGIWARA HIDEHISA
OGIWARA KAICHIRO

(54) METHOD AND APPARATUS FOR TREATMENT

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To enable a process in which resin components and metal are separated effectively by a method in which an object containing resin and metal is heat-decomposed at the first temperature, exhaust substances are modified at the second temperature, the modified substances are cooled rapidly, and the residue produced by the heat decomposition is heated under reduced pressure to vaporize the metal.

SOLUTION: A heat decomposition furnace 20 for heat-decomposing an object containing resin and metal at the first temperature is provided. The exhaust gas generated by the heat decomposition is modified at the second temperature by a gas decomposition apparatus 30, and the modified gas is cooled rapidly to the third temperature by a cooling column 40. Besides, the residue etc., produced by the heat decomposition are heated under reduced pressure by a reduced pressure heating furnace 50, and vaporized metal from the residue is condensed by a recovery chamber 60. In the furnace 20, temperature and oxygen concentration conditions are adjusted to minimize the oxidation of the metal contained in the object and to prevent chlorine in organic compounds from being converted into inorganic compounds by the heat decomposition of the resin.



*** NOTICES ***

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[The technical field to which invention belongs] Especially this invention relates to the objective processor and objective art containing a metal and a resin about a processor and a processor.

[0002] Moreover, this invention relates to the processor and art which are processed from the body containing poisonous metal and resins, such as lead. Moreover, this invention relates to the processor and art which cancel junction of the body containing a metal and a resin joined with the metal and the alloy. Furthermore, this invention relates the body containing a metal and resins, such as shredder dust, to the processor and art which carry out recycling processing, suppressing generating of dioxin. Furthermore, this invention separates electronic parts and the circuit board, suppressing generating of dioxin for bodies, such as the circuit board in which electronic parts were mounted, and relates to the processor and art which collect metals, such as poisonous metal, such as lead, and copper.

[0003]

[Description of the Prior Art] A huge quantity of the wastes which modern society holds are continuing increasing in number every day, and establishment of the effective processing technology is pressing need.

[0004] Although various useful matter is also contained in waste, it does not dissociate from the difficulty of separation etc. to waste, but almost all wastes are buried as they are, and are disposed of by ** and incineration. The useful matter in waste also has energy problems and a resources exhaustion problem, and dissociating and collecting [whether it can do and] and reusing is called for.

[0005] On the other hand in waste, the detrimental matter is also contained, and such a toxic substance is one of the big causes which it not only becomes the cause of environmental destruction, but make reuse of waste difficult. Therefore, if the toxic substance in waste can be removed effectively, while becoming possible to reuse waste positively as a treasury of resources, the influence on environment or an organism can also be minimized.

[0006] Thus, in order to solve the serious problem which surround an exhaustion of the environmental pollution by the toxic substance, and resources, and the modern society that an energy source is insufficient, the technology of processing waste effectively must surely be established.

[0007] However, it divided intricately variably, and gets down and the gestalt of waste has the complex waste which the material from which plurality differed unified, and the waste with which with waste and the toxic substance is contained further in recent years. Although the useful matter and detrimental matter must be alternatively separated and collected from the waste which the material from which plurality differed unified in order to reuse such compound waste as resources, such processing technology is not yet established.

[0008] For example, the increase of the yield of shredder dust is being enhanced as resins, such as a plastic, are substituted for the increase in a waste automobile, or the iron of the constituent material of an automobile in recent years. Effective processing is difficult at the safety of this shredder dust, and the most is also disposed of by reclamation now. In case shredder dust crushes a waste automobile, a disposable-household-electric-appliances product, etc. by shredder and collects valuables, it is the name of the discard classified with a wind force etc., and means the mixed waste which consists of a plastic, rubber, glass, a metal, fiber waste, etc. here.

[0009] It is known that various heavy metal etc. is contained in such shredder dust by comparatively high concentration with the organic substance. The shredder dust of the automobile origin also has especially report that the lead of 10 times or more of the shredder dust of the disposable-household-electric-appliances product origin is contained. Moreover, for example, since the resin covering aluminum foil which carried out the laminating of a resin film and the aluminum foil is cheap and its processability is good, it is used for various packing containers, such as a packing container of a pouch-packed food, including food or a drug in large quantities.

[0010] Moreover, the resin covering copper foil which carried out the laminating of the copper foil to the resin film is used in large quantities similarly, and it is especially used in large quantities as a component part of electronic equipment including the tape carrier package of the so-called circuit board, a flexible substrate, and TAB.

[0011] However, the present condition is that effective processing technology is not established from the resin covering aluminum foil and resin covering copper foil after use being the complex waste with which they were formed in one from the material from which plurality differed.

[0012] Although wastes, such as the waste circuit board and the resin covering aluminum foil with which shredder dust and electronic parts were mounted, and resin covering copper foil, were conventionally processed by reclamation, incineration, and melting solidification, reclamation has problems, like reservation of a place is also bulky and difficult and, on the other hand, incineration has the problem that will damage a furnace or aluminum, copper, etc. will become an oxide.

[0013] A lot of power is used for refinement of aluminum or copper, waste of energy uses again as an oxide the aluminum refined to the metal with much trouble, and copper by incineration, and to establish the technology reused as resources with a metal state is desired.

[0014] On the other hand, wastes mentioned above, for example, such as the circuit board of shredder dust and electronic equipment, contain toxic substances, such as lead, in large quantities. From the former, since the melting point is low to pewter connection of various electronic equipment and wettability is good also in an oxidizing atmosphere, pewter alloys, such as a lead-tin system alloy, are used abundantly.

[0015] By the way, if lead has strong toxicity and takes in it inside of the body, since the obstacle of a nervous system or the generative function will be carried out, regulation is made about the handling of lead or a lead content alloy.

[0016] Moreover, it is a social problem by the rise of an interest to the latest environmental destruction also about the waste treatment of the electronic equipment using the pewter alloy containing lead, and a component part.

[0017] That is, as for compound wastes, such as waste electronic equipment which used the pewter alloy containing lead in large quantities, it was common that reclamation processing was mainly carried out conventionally like industrial waste or domestic wastes.

[0018] However, when the compound waste containing toxic substances, such as lead like waste electronic equipment, is reclaimed land from and processed, a lead component is eluted by the rainfall etc., soil and an underground water are polluted and there is a problem of dealing a serious blow to environment. Especially the elution volume of the lead from a pewter alloy increases rapidly by acid rain, and we are anxious about doing serious influence to environment or an organism.

[0019] In case the waste which contains toxic substances, such as shredder dust, the waste circuit board, **, etc. and lead, for example is processed from such a thing, it is required to separate and collect owner damage, such as lead.

[0020] However, the technology of collecting lead effectively is not found out in the present condition.

[0021] Since there is a possibility that leaden recovery cost may cause increase of product cost, although development of the lead free pewter which does not use lead is desired and the part is put in practical use on the other hand, there are also many performances and troubles unsolved in respect of cost, and the pewter alloy containing lead is also used in large quantities now. Moreover, since the waste containing a huge quantity of lead has arisen by present and efficient and safe processing technology is not found out, partly, the present condition is that accumulation storage is carried out in large quantities.

[0022] Moreover, compound wastes mentioned above when changing the view, such as the circuit board of shredder dust and electronic equipment, will also serve as a treasury of resources, if a toxic substance is separable. The so-called waste is so called by the relative value judgment. If resources-ized technology is established and cost required for resources-izing can be reduced, it will be no longer waste.

[0023] For example, although various electronic parts, such as IC, LSI, a resistor, and a capacitor, are carried in the circuit board, there is much what copper, nickel, aluminum, gold, platinum, a tantalum, a tungsten, molybdenum, cobalt, and chromium are begun, and the useful metal and the resin are contained, and is worried about the exhaustion as resources.

[0024] However, since it is in the inclination for many electronic parts to be carried on the substrate, and for the number of junction parts to increase with high integration in recent years, and for a junction pitch to become still finer, it is quite difficult to separate a substrate and electronic parts. And a substrate and electronic parts are joined with the pewter alloy as mentioned above, and that poisonous lead is used is also the big cause which obstructs effective processing of waste electronic equipment etc.

[0025] Furthermore, in processing the above wastes and city dust by incineration etc., there is a problem that a detrimental organic substance will generate from the composition resin of waste etc. When the halogenide is especially used for components, such as shredder dust and the waste circuit board, there is a problem that the so-called dioxin, such as PCDDs and PCDFs, occurs. Moreover, when burning a resinous principle, there is a problem that toxic substances, such as dioxin, are generated from DEKABURO, the 3 oxidization's Sb, etc. which are contained in IC or the circuit board. The toxicity of dioxin is very high, for example, the moiety lethal dose (LD50) of the monkey in 2, 3, 7, 8-T, and CDD is only 70microg/kg.

[0026] For example, if incineration processing of vinyl chloride, a fire-resistant plastic, and the wood tie preservative treatment on was used is carried out, halogen gas will occur and PCDDs (the poly chlorination dioxin) and PCDFc (poly chlorination benzofuran) which have very strong toxicity will occur. It turns out that such dioxin is generated also inside an electrostatic precipitation opportunity.

[0027] On the other hand, reclamation processing has problems, like reservation of a place is also bulky and difficult. Moreover, toxic substances, such as heavy metal in a processing-object body, are eluted by corrosion etc., and there is a problem of causing water pollution and soil pollution. Especially the composition metal elution volume of a processing-object object increases rapidly by acid rain, and we are anxious about doing serious influence to environment or an organism.

[0028] Therefore, in case processing-object objects, such as waste, are processed, while reusing as resources, without reclaiming land from a metal or destroying by fire, about the resin (paper, wood, rubber, etc. are included), to establish the processing technology which suppresses generating of dioxin is desired.

[0029]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] this invention is made in order to solve such a problem. Namely, this invention aims the body which has a metal and a resin as a component at effective and offering the processor and art which can be processed economically and safely.

[0030] Moreover, this invention aims at offering the processor and art which can process effectively and economically the body which has a metal and a resin as a component so that dioxin may not occur. this invention aims at offering the processor and art which can separate and collect lead from the body containing a resin and lead. Moreover, this invention aims at offering the art art which can cancel junction of the body joined with the alloy. Moreover, this invention aims at offering the processor and art which can also recycle a resinous principle while it cancels the junction of a body which has as a component the resin joined with the alloy containing lead. Moreover, this invention aims at offering the processor and art which can separate and collect a resinous principle and metals effectively from the body which has a resin and a metal as a component.

[0031] Moreover, this invention aims at offering the processor and art which can carry out separation recovery of a resin and two or more metals, respectively while it separates a resinous principle and a metal from the body which a resin and two or more metals unified effectively. Furthermore, this invention aims at offering the processor and art which process the body containing a metal and resins, such as shredder dust, while suppressing generating of dioxin. Furthermore, this invention separates electronic parts and the circuit board, suppressing generating of dioxin for bodies such as the circuit board in which electronic parts etc. were mounted, and aims at offering the processor and art which separate and collect metals, such as poisonous metal, such as lead, and copper.

[0032]

[Means for Solving the Problem] In order to solve such a technical problem, the processor of this invention according to claim 1 The 1st pyrolysis means which pyrolyzes the body containing a resin and a metal at the 1st temperature, A reforming means to reform at the 2nd temperature into which dioxin decomposes the gas-like excretions which it was connected and arranged by the aforementioned pyrolysis means and were produced from the aforementioned body, So that it may connect with the aforementioned reforming means, and may be arranged and the increase in the dioxin concentration in the aforementioned gas-like excretions reformed at the 2nd temperature may be suppressed It is characterized by providing a heating-under-reduced-pressure means to heat the residue produced by cooling means to quench the aforementioned gas-like excretions to the 3rd temperature, and the pyrolysis of the aforementioned body under reduced pressure so that the metal contained in this residue may evaporate, and a condensation means to condense the metal evaporated from the aforementioned residue.

[0033] The 1st pyrolysis means which pyrolyzes the body with which the processor of this invention according to claim 2 contains a resin and a metal at the 1st temperature, The 2nd pyrolysis means which pyrolyzes the gas-like excretions which it was connected and arranged by the aforementioned pyrolysis means and were produced from the aforementioned body at the 2nd temperature higher than the 1st temperature, So that it may connect with the aforementioned pyrolysis means, and may be arranged and the increase in the dioxin concentration in the aforementioned gas-like excretions pyrolyzed at the 2nd temperature may be suppressed It is characterized by providing a heating-under-reduced-pressure means to heat the residue produced by cooling means to quench the aforementioned gas-like excretions to the 3rd temperature, and the pyrolysis of the aforementioned body under reduced pressure so that the metal contained in this residue may evaporate, and a condensation means to condense the metal evaporated from the aforementioned residue.

[0034] Moreover, the 1st pyrolysis means which pyrolyzes the body with which the processor of this invention contain a resin, the 1st metal, and the 2nd metal at the 1st temperature, A reforming means to reform at the 2nd temperature into which dioxin decomposes the gas-like excretions which it was connected and arranged by the 1st pyrolysis means and were produced from the aforementioned body, So that it may connect with the aforementioned reforming means,

and may be arranged and the increase in the dioxin concentration in the aforementioned gas-like excretions reformed at the 2nd temperature may be suppressed. The 1st heating-under-reduced-pressure means which heats the residue produced by cooling means to quench the aforementioned gas-like excretions to the 3rd temperature, and the pyrolysis of the aforementioned body under reduced pressure so that the 2nd metal may be held, while the 1st metal contained in this residue evaporates. It is connected and arranged by the 1st heating-under-reduced-pressure means, and you may make it provide the 2nd heating-under-reduced-pressure means heated under reduced pressure so that the 2nd metal contained in a condensation means to condense the 1st metal evaporated from the aforementioned residue, and the aforementioned residue which made the 1st metal evaporate may fuse.

[0035] Moreover, you may make it heat the 2nd heating-under-reduced-pressure means of the processor of this invention under reduced pressure so that the 2nd metal contained in the aforementioned residue which made the 1st metal evaporate may fuse and it may condense with the surface tension.

[0036] Moreover, a pyrolysis means to hold the aforementioned junction metal and to pyrolyze the body which the processor of this invention has a resin and a metal as a part of component, and has the 1st portion joined with the junction metal, and the 2nd portion. A reforming means to reform at the 2nd temperature into which dioxin decomposes the gas-like excretions which it was connected and arranged by the aforementioned pyrolysis means and were produced from the aforementioned body, so that the increase in the dioxin concentration in the aforementioned gas-like excretions which connected with the aforementioned reforming means, were arranged and were reformed may be suppressed. You may make it provide a cooling means to quench the aforementioned gas-like excretions to the 3rd temperature, and a heating-under-reduced-pressure means to heat the residue produced by the pyrolysis of the aforementioned body under reduced pressure so that the aforementioned junction metal may evaporate.

[0037] The pyrolysis means of the processor of such this invention controls an oxygen density, and should just be made to perform it in a non-oxidizing atmosphere or a reducing atmosphere. Moreover, what is necessary is for the aforementioned cooling means to be [whether even the 3rd temperature is made and] a short time, and just to cool it within about 10 seconds preferably. Moreover, you may make it provide further a neutralization means to neutralize the aforementioned gas-like excretions which connected the processor of this invention with the aforementioned cooling means, were arranged, and were cooled.

[0038] The 1st pyrolysis process which pyrolyzes the body with which the art of this invention according to claim 3 contains a resin and a metal at the 1st temperature, The reforming process reformed at the 2nd temperature into which dioxin decomposes the gas-like excretions produced from the aforementioned body, The cooling process which quenches the aforementioned gas-like excretions to the 3rd temperature so that the increase in the dioxin concentration in the reformed aforementioned gas-like excretions may be suppressed, It is characterized by providing the heating-under-reduced-pressure process which heats the residue produced by the pyrolysis of the aforementioned body under reduced pressure so that the metal contained in this residue may evaporate, and the condensation process which condenses the metal evaporated from the aforementioned residue.

[0039] The 1st pyrolysis process which pyrolyzes the body with which the art of this invention according to claim 4 contains a resin and a metal at the 1st temperature, So that the 2nd pyrolysis process which pyrolyzes the gas-like excretions produced from the aforementioned body at the 2nd temperature higher than the 1st temperature, and the increase in the dioxin concentration in the aforementioned gas-like excretions pyrolyzed at the 2nd temperature may be suppressed. It is characterized by providing a heating-under-reduced-pressure means to heat the residue produced by the cooling process which quenches the aforementioned gas-like excretions to the 3rd temperature, and the pyrolysis of the aforementioned body under reduced pressure so that the metal contained in this residue may evaporate, and a condensation means to condense the metal evaporated from the aforementioned residue.

[0040] The 1st pyrolysis process which pyrolyzes the body with which the art of this invention according to claim 5 contains a resin, the 1st metal, and the 2nd metal at the 1st temperature, So that the increase in the dioxin concentration in the reforming process reformed at the 2nd temperature into which dioxin decomposes the gas-like excretions produced from the aforementioned body, and the aforementioned gas-like excretions reformed at the 2nd temperature may be suppressed. The 1st heating-under-reduced-pressure process which heats the residue produced by cooling means to quench the aforementioned gas-like excretions to the 3rd temperature, and the pyrolysis of the aforementioned body under reduced pressure so that the 2nd metal may be held, while the 1st metal contained in this residue evaporates, It is characterized by providing the 2nd heating-under-reduced-pressure process heated under reduced pressure so that the 2nd metal contained in the condensation process which condenses the 1st metal evaporated from the aforementioned residue, and the aforementioned residue which made the 1st metal evaporate may fuse.

[0041] The art of this invention according to claim 6 is the 2nd heating-under-reduced-pressure process, and is characterized by heating under reduced pressure so that the 2nd metal contained in the aforementioned residue which made the 1st metal evaporate may fuse and it may condense with the surface tension.

[0042] The pyrolysis process which holds and pyrolyzes the body aforementioned junction metal which the art of this

invention according to claim 7 has a resin and a metal as a part of component, and has the 1st portion joined with the junction metal, and the 2nd portion, So that the increase in the reforming process reformed at the 2nd temperature into which dioxin decomposes the gas-like excretions produced from the aforementioned body, and the dioxin concentration in the reformed aforementioned gas-like excretions may be suppressed It is characterized by providing the cooling process which quenches the aforementioned gas-like excretions to the 3rd temperature, and the heating-under-reduced-pressure process which heats the residue produced by the pyrolysis of the aforementioned body under reduced pressure so that the aforementioned junction metal may evaporate.

[0043] Moreover, you may make it the art of this invention possess further the neutralization process which neutralizes the aforementioned gas-like excretions cooled with the aforementioned cooling means.

[0044] The aforementioned pyrolysis process controls an oxygen density and should just be made to perform it in a non-oxidizing atmosphere or a reducing atmosphere.

[0045] Moreover, if it is made as much as possible for a short time to the 3rd temperature, as for the aforementioned cooling process, cooling within about 10 seconds is desirable.

[0046] Moreover, it is suitable for the 1st temperature to set it as about 250 - 500 degrees C of abbreviation. Moreover, it is suitable for the 2nd temperature to set it as temperature [at least] higher than about 800 degrees C, more desirable temperature higher than at least 1000 degrees C, and still more desirable temperature higher than 1200 degrees C.

[0047] moreover, the 3rd temperature -- at least 150 degrees C -- low temperature -- it is more preferably more suitable than at least 100 degrees C low temperature and to set it as low temperature rather than 35 degrees C still more preferably Thus, when it reforms and pyrolyzes at an elevated temperature into which dioxin decomposes the gas-like excretions made to discharge from a processing-object object, dioxin shortens the residence time in generation and the temperature field re-compounded as much as possible from this state and dioxin quenches to generation and the 3rd temperature which is not re-compounded, the dioxin concentration in gas-like excretions is reduced greatly. Moreover, the generation source concentration of dioxin is sharply reduced by performing these by the reducing atmosphere at the same time it processes the 1st pyrolysis, the 2nd pyrolysis, or reforming in two stages of the 1st temperature and the 2nd temperature.

[0048] Here, the 2nd temperature is the temperature which dioxin decomposes and not only dioxin but other compounds contained in gas-like excretions will be disassembled. Therefore, in this invention, not only dioxin but a halogenated hydrocarbon, PCB, etc. can be decomposed and made harmless.

[0049] That is, this invention is equipped with a means to disassemble a resin, a means to pyrolyze further the gas-like excretions produced from the processing-object object, a cooling means to quench this gas so that dioxin may not be compounded, and a means to evaporate or liquefy and to collect metals from a pyrolysis residue under reduced pressure in order to process the body which has a resin and a metal as a component. Here, synthetic resin is sufficient as a resin, and natural resin is sufficient as it, and such mixture is sufficient as it. Moreover, in not explaining especially a metal, it is the general term of the metal contained on a processing-object object, and does not restrict to a certain specific metallic element here.

[0050] The 1st pyrolysis means is pyrolyzed at the 1st temperature by which a processing-object object is pyrolyzed under oxygen density control, and extracts gas-like excretions from shredder dust, the waste circuit board, etc. With gas-like excretions, although it consists of an exhaust gas fundamentally, the case where a solid-state-like particle, a liquid particle, etc. which are mixed in this exhaust gas are included is not eliminated here.

[0051] What is necessary is just to use a heating means and a thermometry means as a temperature control means to adjust the 1st temperature of the 1st pyrolysis means. What is necessary is to choose various convection-current heating, radiation heating, etc. as a heating means if needed, or to combine, and just to make it use. For example, you may make it use resistance heating, such as a sheath heater, and may make it burn gas, a fuel oil, gas oil, etc. out of a chamber. Furthermore, you may make it reuse the gas discharged from the resin of a processing-object object etc. as fuel gas as a heat source of the processor of this invention made into the pyrolysis means start of the 1st, after neutralizing, reforming, harmless-izing, and. Moreover, clean ***** obtained as mentioned above, for example is introduced into a gas turbine generator, it changes into power, and you may make it use for operation of the processor of this inventions including the 1st pyrolysis means with this power.

[0052] What is necessary is just to use various temperature sensors as a thermometry means. In order that it may sever the generation source of dioxin on a multi-stage story so that it may mention later although what is necessary is just to set it up so that the metal of a processing-object object may not oxidize as much as possible while the resin of a processing-object object pyrolyzes the 1st temperature, it is suitable to maintain the 1st pyrolysis means at reducing conditions. For example, the chlorine of this aromatic system hydrocarbon compound is decomposed into HCl etc. by pyrolyzing the aromatic system hydrocarbon compound containing chlorine under reducing conditions. Therefore, generating of dioxin is suppressed.

[0053] In addition, especially in this invention, unless it explains, the homolog from which a poly chlorination die

benzo PARADAI oxine (Polychlorinated dibenzo-p-dioxins:PCDDs), the poly chlorination die benzorians (Polychlorinated dibenzofurans:PCDFs), these numbers of chlorine, and a substitution position differ is named generically, and it is called dioxin.

[0054] Therefore, since it is desirable to keep it more desirable to a reducing atmosphere so that the metal contained in a processing-object object may not oxidize substantially, it is suitable for the 1st pyrolysis means to have a temperature control means and an oxygen density regulation means. Although a processing-object object can generally oxidize partially during processing when a processing object is complicated, the 1st pyrolysis means should just be held as a whole at a reducing atmosphere.

[0055] You may make it an oxygen density regulation means use the oxygen density sensor and carrier gas introduction system which are for example, an oxygen density measurement means.

[0056] You may make it an oxygen density sensor use the so-called zirconia sensor which adopted the zirconia (zirconium oxide), and it is CO and CO₂ at an infrared spectroscopy. You may make it measure absorption. Furthermore, what is necessary is to make it use GC-MS, and to choose if needed, or to combine, and just to make it use.

[0057] You may make it use rare gas, such as Ar, as carrier gas gas. Moreover, the oxygen density within the 1st pyrolysis means is not only adjusted by this carrier gas, but it can lead gas to a reforming means or the 2nd pyrolysis means by it efficiently. Furthermore, you may make it serve with a pressure regulation means.

[0058] Moreover, you may make it form shredder in the preceding paragraph of the 1st pyrolysis means. After shredder crushes and classifies the carried-in processing-object object from the equipment exterior, it may be made to introduce into the 1st pyrolysis means, and you may make it introduce into the 1st pyrolysis means, without crushing. When a processing-object object is the waste circuit board, it is suitable to introduce into the 1st pyrolysis means, without crushing.

[0059] The inside of the 1st pyrolysis means into which the processing-object object was introduced should just adjust temperature and oxygen density conditions so that the state of the metal in a processing-object body may not oxidize as much as possible, and so that it can do, and the chlorine combined with the organic compound on the occasion of the pyrolysis of a resin may restrict and it may mineralize it. This temperature and oxygen density conditions may be set up beforehand, and the measured value of temperature or an oxygen density is fed back to a heating means, an oxygen density regulation means, etc., and you may make it control it. What is necessary is just to carry out as [use / a zirconia sensor etc.], when an oxygen density needs to be measured.

[0060] Moreover, you may make it control the pressure in the chamber of the 1st pyrolysis means. For example, if the inside of the 1st pyrolysis means is decompressed, an oxygen density will also fall and a processing-object object will not oxidize rapidly by heating. Moreover, generally, although a lot of decomposition generation gas occurs from a resin by heating, a resin hardly generates oxygen, even if it decomposes. Furthermore, the decomposition product of a resin is also evaporated easily.

[0061] On the other hand, reduced pressure reduces the thermal conductivity in an airtight field. However, if the inside of the 1st pyrolysis means is a non-oxidizing atmosphere, a processing-object object will not oxidize under atmospheric pressure or pressurization. Therefore, if the inside of the 1st pyrolysis means is a non-oxidizing atmosphere, it can pressurize and the thermal conductivity in a system will improve.

[0062] Here, the gas-like excretions processor which processes the gas-like excretions discharged from the processing-object object is explained. A gas-like excretions processor processes the gas-like excretions discharged from the processing-object object with the 1st pyrolysis means, and the principal part consists of a reforming means or the 2nd pyrolysis means, and a cooling means. The gas-like excretions processed with the cooling means are used as clean fuel gas by performing after treatment, such as neutralization, filtration, and washing, if needed.

[0063] A reforming means is connected and arranged by the 1st heating means, and reforms the gas-like excretions discharged from the processing-object object within the 1st pyrolysis means at the 2nd temperature higher than the 1st temperature. Reforming means changing the hydrocarbon system compound contained in the gas-like excretions discharged from the processing-object object to more low-molecular hydrogen, methane, a carbon monoxide, etc. here. Moreover, you may be made to perform hydrotreating processing (hydroreforming) etc. It is suitable to maintain the inside of a system at reducing conditions, and to reform it also from a viewpoint of severing the generation source of dioxin as mentioned above. Moreover, if the inside of a reforming means is maintained at a reducing atmosphere, you may make it introduce little air in a reforming means. You may make it also have a catalytic-reforming means using a catalyst as a reforming means not only in addition to a thermal-reforming means but this. Solid acids, such as a silica alumina and a zeolite (aluminosilicate), are made to support metals, such as Pt and Re, and you may make it use them for them as a catalyst, for example.

[0064] Moreover, it changes into a reforming means and you may make it have the 2nd pyrolysis means linked to the 1st pyrolysis means which pyrolyzes gas-like excretions by the reducing atmosphere.

[0065] By separating a reforming means and the 2nd pyrolysis means with the 1st pyrolysis means, the gas-like excretions from a processing-object object can be processed at the 2nd temperature higher than the 1st temperature, and reforming of gas-like excretions and mineralization of chlorine are performed effectively.

[0066] As for a reforming means or the 2nd pyrolysis means, it is desirable to maintain conditions which the dioxin which originates in a processing-object object directly or indirectly decomposes as much as possible. For example, remarkable dioxin can be decomposed by setting the 2nd temperature as about 800 degrees C. Moreover, dioxin can be decomposed still more effectively by setting more preferably 1000 degrees C or more of 2nd temperature as 1200 degrees C or more. Since this reforming means is performed at the 2nd temperature which dioxin decomposes, it will also produce the pyrolysis of gas-like excretions simultaneously at this 2nd temperature.

[0067] By reforming with a reforming means, when pyrolyzed by the 2nd pyrolysis means again, the hydrocarbon system compound contained in the gas-like excretions discharged from the processing-object object is made low-molecular, and changes to hydrogen, methane, a carbon monoxide, etc. Moreover, when dioxin is contained in gas-like excretions, most of these dioxin is decomposed. Furthermore, it mineralizes organic chlorine and re-composition of dioxin is suppressed.

[0068] You may make it a reforming means or the 2nd pyrolysis means form temperature conditions which a reducing atmosphere and dioxin decompose by introducing the gas-like excretions from the 1st pyrolysis means, and little air in the chamber filled up with corks. Moreover, it heats to temperature into which fuel gas and air are burned as mentioned above, and dioxin decomposes a chamber, and you may make it introduce the gas-like excretions from the 1st pyrolysis means in this chamber.

[0069] Moreover, you may make it have catalytic-cracking meanses, such as a catalyst which was mentioned above in the chamber, for example.

[0070] Moreover, you may make it have the temperature control means and oxygen density measurement means for adjusting the temperature in a system, and an oxygen density for a reforming means or the 2nd pyrolysis means if needed. You may make it use the above oxygen density sensors and a carrier gas introduction system as an oxygen density regulation means. Furthermore, you may make it connect a hydrogen gas reservoir, and may make it connect inert gas reservoirs, such as Ar.

[0071] Thus, the gas-like excretions contained in the gas-like excretions discharged from the processing-object object are made low-molecular by a reforming means or the 2nd pyrolysis means, and change to hydrogen, methane, a carbon monoxide, etc.

[0072] Since the 1st pyrolysis means, a reforming means or the 2nd pyrolysis means, and a cooling means have the intense corrosion of the container by chlorine gas; piping, etc. when [this] chlorine etc. is contained in gas-like excretions, you may make it equipment use a Hastelloy, a titanium alloy, etc. instead of stainless steel if needed.

[0073] In the processor of this invention, it connected with a reforming means or the 2nd pyrolysis means, was arranged, and has a quenching means to quench the gas-like excretions reformed or pyrolyzed at the 2nd temperature to the 3rd temperature so that the increase in the dioxin concentration in these gas-like excretions may be suppressed.

[0074] That is, the chlorine of the hydrocarbon system compound with which the dioxin concentration in the gas-like excretions which set for a reforming means or the 2nd pyrolysis means, and were reformed or pyrolyzed at the 2nd temperature is decomposed or reformed at that it is the temperature which dioxin decomposes [the 2nd temperature], and this temperature is very low from being carried out by the reducing atmosphere and mineralizing. Therefore, it is made to quench to the 3rd temperature so that generation of the dioxin from this state and re-composition may not arise, and it may be suppressed [whether the increase in the dioxin concentration in gas-like excretions can be performed, and]. What is necessary is just to set the 3rd temperature as temperature which the generation reaction of dioxin does not produce. For example, generation of dioxin and re-composition are suppressed by quenching at 50 degrees C or less still more preferably 100 degrees C or less preferably 150 degrees C or less from the gas-like excretions in the state where dioxin has decomposed (what is necessary being just the temperature which dioxin decomposes even if not the same as the temperature in a reforming means or the 2nd pyrolysis means). It is desirable to cool gas-like excretions as much as possible to the 3rd temperature for a short time at this time. At about 200 degrees C - about 400 degrees C, dioxin is generation and because it is [re-] easy to be compounded, and this can suppress the dioxin concentration in gas-like excretions more effectively by shortening time quenching gas-like excretions to the 3rd temperature and for dioxin piling up in generation and the temperature requirement which is [re-] easy to be compounded. Therefore, as for cooling of the gas-like excretions in a cooling means, it is desirable to be less than about 10 seconds preferably, and to quench.

[0075] Refrigerants, such as water and an oil coolant, are injected directly into gas-like excretions, and it may be made to carry out contact cooling as such a cooling means. Gas-like excretions will be neutralized if alkaline powder, such as lime powder, is injected to gas-like excretions at this time. Moreover, since HCl in gas-like excretions contacts lime powder and is diffused on a solid-state front face, it can also suppress generation of dioxin, and re-composition, for

example.

[0076] As mentioned above, by the 1st pyrolysis means, the reforming means or the 2nd pyrolysis means, and the cooling means, the gas-like excretions from a processing-object object change to hydrogen, methane, a carbon monoxide, etc., and the dioxin concentration in gas-like excretions is also reduced greatly. Generating of dioxin is suppressed processing disassembly of a processing-object object, and decomposition of the gas-like excretions from a processing-object object in this invention on two or more step story called the 1st pyrolysis means, and a reforming means or the 2nd pyrolysis means, and by maintaining such a decomposition means at reducing conditions.

[0077] the gas-like excretions cooled with the cooling means -- a halogenide, SO_x, and NO_x etc. -- when contained, a washing means, a desulfurization means, etc. may be made to perform washing of gas-like excretions, and desulfurization. You may make it have a filter means using activated carbon furthermore. Moreover, you may make it introduce the gas-like excretions cooled with the cooling means into neutralization filtration meanses, such as a bag filter. You may make it blow slaked lime, filter aid (for example, high particle of voidage, such as a zeolite and activated carbon), etc. into the air current of gas-like excretions with a dry venturi tube etc. between a cooling means and a neutralization filtration means.

[0078] Thus, you may make it use the gas-like excretions discharged from the processed processing-object object as a heat source of heating of the 1st pyrolysis means, they are supplied to a gas turbine generator, and you may make it obtain power. You may make it use this power for the heat source and others of a processor of this invention furthermore.

[0079] Below, processing of the pyrolysis residue of the processing-object object pyrolyzed with the 1st pyrolysis means is explained.

[0080] In order that the processor of this invention may process the body which has a resin and a metal as a part of component, it has a means to disassemble and collect the resins mentioned above, and a means to separate and collect metals, and a heating-under-reduced-pressure means is a means to separate and collect metals from the residue of the processing-object object pyrolyzed with the 1st pyrolysis means.

[0081] Most resinous principles of a processing-object object are decomposed with the 1st pyrolysis means, and gas-like excretions are processed as mentioned above. Moreover, the oxygen density is controlled in the 1st pyrolysis means, and the metal in a processing-object body is held at the processing-object object, without [without it oxidizes substantially, and] evaporating almost. On the other hand, many of resins of a processing-object object remain as carbide as a result of the pyrolysis. In this invention, the processing-object object processed with the 1st pyrolysis means is transported to a heating-under-reduced-pressure means from the 1st pyrolysis means.

[0082] The heating-under-reduced-pressure means with which the processor of this invention is equipped possesses the 1st recovery means which collects the metals evaporated from the body connected to the 1st airtight field equipped with a temperature control means to evaporate alternatively the metal in the body separated by the septum in which the 1st pyrolysis means and opening and closing are possible, and the pressure regulation means, and the 1st airtight field.

[0083] What is necessary is just to use a heating means and a thermometry means as a temperature control means.

What is necessary is to choose various convection-current heating, radiation heating, etc. as a heating means if needed, or to combine, and just to make it use. You may make it a heat source use the power generated by the fuel gas which processed and obtained gas-like excretions, or this fuel gas as a heat source. For example, you may make it use resistance heating, such as a sheath heater, and may make it burn a fuel oil, gas oil, etc. You may make it use an IH means furthermore. What is necessary is just to use various temperature sensors as a thermometry means.

[0084] With the 1st pyrolysis means, by thermal stress conditions which the metal in a processing-object body hardly oxidizes, or it does not evaporate, a processing-object object is pyrolyzed, and it mainly evaporates or (what was evaporated is included after oil-izing) carbonizes. And gas-like excretions are processed with a reforming means or the 2nd pyrolysis means as mentioned above.

[0085] ***** may change. For example, what is necessary is to have and collect cyclone separation meanses etc. if needed in a cooling process, a bag filter, or a path, and just to make it process with a heating-under-reduced-pressure means with the pyrolysis residue of the 1st pyrolysis means, when the composition metal of a processing-object object etc. mixes into gas-like excretions.

[0086] What is necessary is just to use an exhaust air means or a pressurization means, and a pressure-survey means as a pressure regulation means. An exhaust air means should just use various vacuum pumps, such as a rotary pump, an oil diffusion pump, and a booster pump. You may make it introduce a gas in a system for example, from a gas reservoir as a pressurization means. What is necessary is just to use a pressure-survey means according to the degree of vacuum which measures the Bourdon tube, a Pirani gage, etc.

[0087] Moreover, it connects with the 1st airtight field and you may make it prepare a purge field between the 1st airtight field of the 1st pyrolysis means and a heating-under-reduced-pressure means. You may make it prepare the temperature control means for the preheating of pressure regulation meanses, such as an exhaust air system or a

pressurization system, and a processing-object object, or cooling in a purge field. Furthermore, you may make it prepare the carrier gas introduction system for the inert gas replacement in a system, and may make it this carrier gas introduction system serve with a pressurization system.

[0088] A processing-object object is introduced into the 1st airtight field through a purge field from a pyrolysis means. By preparing a purge field, the 1st airtight field is isolated from the equipment exterior in the case of introduction of the processing-object object to the 1st airtight field. Moreover, since the inside of the 1st airtight field is always exhausted and a reduced pressure state can be maintained, the burden of a vacuum pump is mitigated.

[0089] You may make it a heating-under-reduced-pressure means equipped with two or more airtight fields. For example, it connects with the 1st airtight field and you may make it have the 2nd airtight field.

[0090] Moreover, the 1st airtight field or the 2nd airtight field is adjoined, and you may make it prepare a purge field. A processing-object object is taken out from the 1st airtight field or the 2nd airtight field through a purge field in the equipment exterior.

[0091] In case a processing-object object is taken out from the 1st or 2nd airtight field by establishing a purge field in the latter part of the 2nd airtight field, the 1st or 2nd airtight field is isolated from the equipment exterior. Therefore, since the inside of the 1st or 2nd airtight field is always exhausted and a reduced pressure state can be maintained, the burden of a vacuum pump is mitigated. Moreover, a body can also be intercepted and held from the open air until the temperature of the heated processing-object object is cooled by the temperature which does not oxidize under atmospheric pressure.

[0092] That is, a purge field functions as a buffer area with the heating-under-reduced-pressure means exterior, the 1st, and 2nd airtight fields also from a viewpoint of processing-object maintenance also from a viewpoint of heating-under-reduced-pressure means maintenance.

[0093] The 1st airtight field with which this heating-under-reduced-pressure means is equipped, and the 2nd airtight field are separated by the septum which can be opened and closed. This septum maintains the adiathermancy of each field while maintaining the airtightness of each field. For example, you may make it use combining the vacuum door which maintains airtightness, and the heat insulation door which maintains adiathermancy. If it is made to separate the 1st and the 2nd airtight field by septum called a heat insulation door-vacuum door-heat insulation door, the airtightness and adiathermancy of each field will be maintained. Thus, by arranging a heat insulation door between a vacuum door and the field which this vacuum door separates, even if the big thermal load at a vacuum door is this case, a vacuum door can be protected from a thermal load. In this case, a vacuum door is protected from the heat of the 1st and 2nd airtight fields.

[0094] What is necessary is just to make it what septum is arranged, respectively design if needed, although it is arranged also between the 2nd airtight field and a purge field between a purge field and the 1st airtight field between the heating-under-reduced-pressure means exterior and a purge field though such a septum is natural. For example, what is necessary is just to arrange a vacuum door, when the thermal load of a purge room is small.

[0095] In the 1st airtight field into which the solid-state-like excretions separated from the gas-like excretions of the pyrolysis residue of a processing-object object or a processing-object object were introduced, thermal stress conditions are adjusted so that the metal in a processing-object body may evaporate. This thermal stress condition may be set up beforehand, and the measured value of temperature or a pressure is fed back to a heating means, a pressure regulation means, etc., and you may make it control it. The same is said of the 2nd airtight field.

[0096] In the 1st airtight field into which the processing-object object was introduced, thermal stress conditions are adjusted so that the metal in a processing-object body may evaporate. Reduced pressure of the inside of the 1st airtight field evaporates the metal in a processing-object body at temperature lower than the bottom of an ordinary pressure. Moreover, since an oxygen density also falls and the inside of the 1st airtight field becomes a non-oxidizing atmosphere, the metal state of the vaporized metal is maintained.

[0097] For example, although the boiling point in 760Torr(s) of Zn is 1203K, the boiling point in 743K and 10-4Torr of the boiling point in 1Torr is 533K.

[0098] Moreover, although the boiling point in 760Torr(s) (1atm) of Pb is 2017K, for example, the boiling point in 1100K and 10-3Torr of the boiling point in 10-1Torr is 900K.

[0099] Thus, a metal is alternatively evaporated according to thermal stress conditions in the 1st airtight field.

[0100] Moreover, when introduced into the 1st airtight field, since most resins of a processing-object object serve as carbide, even if it makes a metal evaporate from a processing-object object, decomposition generation gas hardly occurs. Therefore, the vaporized metals are collected in high purity with a metal state, and the load of a vacuum pump is also mitigated.

[0101] A condensation means makes the metal evaporated in the 1st airtight field in this way condense, and are collected.

[0102] For example, the recovery chamber which has an exhaust air system to the 1st airtight field is connected, and th

metal evaporated within this chamber is made to cool and condense below to the melting point, and you may make it collect them. You may be made to make the inside of a recovery chamber into for example, counterflow structure or a spiral structure. Or you may make it prepare a bulb and the septum which can be opened and closed between a recovery chamber and an exhaust air system between a recovery chamber and the 1st airtight field. That is, if the metal evaporated from the processing-object object is introduced in a recovery chamber, a recovery chamber is closed and it cools, and a metal is made to condense and you may make it collect them.

[0103] If the residence time of the metal evaporated in the recovery chamber becomes long when condensing and collecting the vaporized metals continuously, or when condensing and collecting by batch processing, recovery efficiency will increase.

[0104] Moreover, it is N₂ in the 1st airtight field. You may make it introduce rare gas as carrier gas. The vaporized metal is efficiently introduced into a recovery chamber by carrier gas.

[0105] You may make it have two or more condensation means. It may be made to collect the same metals with two or more condensation means, and adjust the temperature and the pressure in the 1st airtight field gradually, two or more metals are made to evaporate alternatively, respectively, two or more condensation means are switched, and you may make it collect.

[0106] Moreover, you may make it connect a condensation means to multi-stage.

[0107] Thus, the heating-under-reduced-pressure means with which the processor of this invention is equipped processes the body which has a resin and a metal as a component. The heating-under-reduced-pressure means with which the processor of this invention is equipped enables processing of a body in which it has a resin and a metal as a component, by equipping the preceding paragraph of a heating-under-reduced-pressure means to evaporate the composition metal of a processing-object object with the 1st pyrolysis means which disassembles the composition resin of a processing-object object. By the reforming means linked to the 1st pyrolysis means or the 2nd pyrolysis means, and the cooling means, the gas-like excretions from [out of a pyrolysis means] the processing-object object discharged are the above-mentioned, are made, and are ****(ed). Therefore, sufficient heating and sufficient reduced pressure which a metal evaporates can be performed with a heating-under-reduced-pressure means. Moreover, since a processing-object object is disassembled on conditions which the metal of a processing-object object seldom oxidizes, or it does not evaporate within the 1st pyrolysis means, with a heating-under-reduced-pressure means, separation recovery of the metal is effectively carried out from a processing-object object.

[0108] 1st pyrolysis means by which the heating-under-reduced-pressure means with which the processor of this invention is equipped was equipped with a temperature control means to carry out to make the metal contained in this processing-object object evaporate, and the pressure regulation means, from the processing-object object, The 2nd airtight field equipped with a temperature control means to evaporate alternatively the metal in the processing-object body separated from the 1st airtight field by the septum which can be opened and closed, and the pressure regulation means, It connects with the 1st airtight field and you may make it provide a condensation means to make the metal made to evaporate from a processing-object object condense, and the 2nd recovery means which collects the metals which connected with the 2nd airtight field and were evaporated from the processing-object object.

[0109] Thus, you may make it have two or more airtight fields which make the metal with which a heating-under-reduced-pressure means is included in processing-object objects, such as a pyrolysis residue of the 1st pyrolysis means, etc. evaporate. Namely, in case the body which has the 1st metal and 2nd metal as a component is processed It has the temperature control means and the oxygen density regulation means of pyrolyzing a processing-object object so that the 1st and 2nd metals may seldom oxidize with the 1st pyrolysis means. The 1st airtight field equipped with a temperature control means to evaporate alternatively the 1st metal in the processing-object body separated from the 1st [this] pyrolysis means by the septum which can be opened and closed, and the pressure regulation means, The 2nd airtight field equipped with a temperature control means to evaporate alternatively the 2nd metal in the body separated from the 1st airtight field by the septum which can be opened and closed, and the pressure regulation means, You may make it provide the 1st condensation means which makes the 1st metal evaporated from the body connected to the 1st airtight field condense, and the 2nd condensation means which collects the 2nd metals which connected with the 2nd airtight field and were evaporated from the processing-object object. The feature of this heating-under-reduced-pressure means is to have had two or more 2nd airtight field. By having two or more 2nd airtight field, two or more metals contained in a body are evaporated alternatively, respectively, and condensation recovery is carried out.

[0110] Moreover, the heating-under-reduced-pressure means with which the processor of this invention is equipped Were connected and arranged by one airtight field equipped with the temperature control means and the pressure regulation means, and this airtight container. The 1st condensation means which collects the 1st metals evaporated from the body when the temperature and the pressure in an airtight container were adjusted so that the 1st metal in a processing-object body may evaporate alternatively, When the temperature and the pressure in an airtight container are adjusted so that the 2nd metal in a body which connected with the airtight container and was arranged may evaporate

alternatively, you may make it provide the 2nd condensation means which collects the 2nd metals evaporated from the body. It is the heating-under-reduced-pressure means with which the processor equipped with two or more condensation means by which this heating-under-reduced-pressure means accepted the conditions in one airtight container to the heating-under-reduced-pressure means mentioned above being equipped with two or more airtight fields where conditions, such as temperature in an airtight container, a pressure, and oxygen density conditions, differ in equipped.

[0111] The temperature control means in an airtight container, i.e., the temperature control means of a processing-object object, should just use a heating means and a temperature sensor like the above-mentioned. The need is accepted, various heating meanses, such as convection current and radiation, are chosen or combined, and you may make it use also about heating. What is necessary is just to use an exhaust air means, a pressurization means, and a pressure-survey means as well as [means / pressure regulation] the above-mentioned heating-under-reduced-pressure means. An exhaust air means should just use various vacuum pumps, such as a rotary pump, an oil diffusion pump, and a booster pump. You may make it introduce a gas in a system for example, from a gas reservoir as a pressurization means. What is necessary is just to use a pressure-survey means according to the degree of vacuum which measures the Bourdon tube, a Pirani gage, etc. What is necessary is just to make it have like [means / condensation] the above-mentioned.

[0112] Moreover, as the 1st and 2nd condensation means, the recovery chamber which has an exhaust air system, for example to an airtight field is connected, and the metal evaporated within this chamber is made to cool and condense below to the melting point, and you may make it collect them. You may be made to make the inside of a recovery chamber into for example, counterflow structure or a spiral structure. Or you may make it prepare a bulb and the septum which can be opened and closed between a recovery chamber and an exhaust air system between a recovery chamber and the 1st and 2nd airtight field. That is, if the metal evaporated from the processing-object object is introduced in a recovery chamber, a recovery chamber is closed and it cools, and a metal is made to condense and you may make it collect them.

[0113] For example, a temperature control means to hold the processing-object object with which lead is contained for a heating-under-reduced-pressure means, and to adjust the temperature within a heating-under-reduced-pressure means. The control means which control a temperature control means and a pressure regulation means so that the lead in a processing-object body evaporates alternatively a pressure regulation means to adjust the pressure of a heating-under-reduced-pressure means, and the temperature and the pressure within a heating-under-reduced-pressure means. If a recovery means to make the lead evaporated from the processing-object object linked to the heating-under-reduced-pressure means condense is provided, lead is recoverable from the pyrolysis residue (the shape of a solid-state and liquid component which were separated from gas-like excretions are included) of a processing-object object.

[0114] The heating-under-reduced-pressure means of this processor introduces a processing-object object in an airtight container, adjusts the temperature, pressure, or oxygen density in an airtight container, makes the lead in a processing-object body evaporate alternatively, and is to dissociate and collect from a processing-object object. The inside of an airtight container is controlled to predetermined temperature and a flow and pressure requirement which this metal evaporates alternatively, and it dissociates and you may make it collect from a processing-object object also about metals other than lead furthermore.

[0115] Moreover, even if it is the case where a processing-object object contains lead and a resin, in the 1st pyrolysis means, by pyrolyzing a processing-object object on conditions which lead does not evaporate or seldom oxidize first, a resin portion can be decomposed (gasification, oil-izing, carbide-izing), and the lead which was made to evaporate lead alternatively and subsequently evaporated it with the heating-under-reduced-pressure means can be collected in the state of a metal. By pyrolyzing the composition resin of a processing-object object with the 1st pyrolysis means, the lead in a processing-object body is positively recoverable.

[0116] And you may make it the processor of this invention equipped with the control means which control such a temperature control means, a pressure regulation means, or an oxygen density regulation means. Holding the temperature within the 1st pyrolysis means, and an oxygen density so that the metal in a processing-object body may not oxidize, to pyrolyze a processing-object object, these control means are controlled so that the metal in a heating-under-reduced-pressure means evaporates alternatively. These control means are measured by the temperature sensor which mentioned the state of an airtight field above, the pressure sensor, the oxygen density sensor, etc., feed back this measured value to a heating means, an exhaust air system, a pressurization system, a carrier gas introduction system, etc., and you may make it optimize the state in an airtight container.

[0117] And you may make it such control equipped with a control unit which considers as an output the signal which operates a heating means, an exhaust air system, a pressurization system, a carrier gas introduction system, etc. so that the conditions in an airtight container may be optimized by considering the parameter of the state in the airtight field of a heating-under-reduced-pressure means as an input. You may make it store this control circuit in the storage means of

a control unit as a program. These control means unify with the 1st pyrolysis means, a retorting means, the 2nd pyrolysis means, a cooling means, etc., and you may make it control them.

[0118] The pyrolysis process in the art of this invention is a process which heats a processing-object object under oxygen density control, and pyrolyzes a processing-object object.

[0119] Melting etc. begins from about 50 degrees C, it decomposes at about 180-500 degrees C, and resins, such as a plastic, mainly discharge the hydrocarbon system gas of C1-C16. As mentioned above, the gas-like excretions produced by pyrolyses, such as these resins, are processed so that dioxin may not occur, and they are recycled as fuel gas.

[0120] As for the pyrolysis of this processing-object object, it is desirable to carry out, where the oxygen density in a chamber is adjusted as mentioned above. An oxygen density introduces carrier gas, such as Ar, and you may make it adjust it, and may make it adjust it with the total pressure in the chamber of the 1st pyrolysis means.

[0121] By adjusting an oxygen density at the 1st pyrolysis process, and maintaining the inside of a system at a reducing atmosphere, oxidization of metals, such as lead, can be prevented and generating of dioxin can also be suppressed.

Moreover, by adjusting an oxygen density apart from total pressure, metal oxidization can be prevented without reducing the thermal conductivity within the 1st pyrolysis means, and the pyrolysis efficiency of a processing-object object and the recovery efficiency of gas-like excretions improve. Carrier gas, such as Ar, is introduced depending on the case, the 1st pyrolysis means is pressurized, and you may make it disassemble a resin.

[0122] What is necessary is just to be able to decompose into the grade which does not have a bad influence on separation of the metal in a heating-under-reduced-pressure means, and recovery with the 1st pyrolysis means, although pyrolyzing completely is desirable as for the resin in a processing-object body. Since the moisture and oil content in a processing-object body are almost removed from a processing-object object at a pyrolysis process, they do not have a bad influence on the process which makes a metal evaporate.

[0123] For example, although it is about 1745 degrees C that lead (metal) shows the vapor pressure of 760mmHg(s), at a lead oxide, lower 1472 degrees C show the vapor pressure of 760mmHg(s). Therefore, by controlling the oxygen density of the 1st pyrolysis means, it can suppress that metal lead oxidizes to a lead oxide, leaden scattering can be prevented, and lead can be more positively collected with a heating-under-reduced-pressure means.

[0124] Thus, if a processing-object object is pyrolyzed maintaining so that the metal in a processing-object body may seldom oxidize, this processing-object object will be heated under reduced pressure so that the metal contained in the pyrolyzed processing-object object may evaporate, and metals will be separated and collected out of a processing-object body.

[0125] When two or more metals are contained in the processing-object body, the purpose metal is made to evaporate alternatively according to the difference of vapor pressure.

[0126] For example, the temperature which lead evaporates changes with the pressures in a chamber. Under atmospheric pressure, the vapor pressure of iron, copper, and tin does not reach 1mmHg to the vapor pressure of the lead at the time of heating at 1400 degrees C being 84mmHg(s), either. Therefore, only a lead steam can be mostly generated alternatively from a processing-object object by heating a processing-object object at about 1400 degrees C.

[0127] Moreover, in the vapor pressure of tin, under atmospheric pressure, the vapor pressure of 15mmHg(s) and copper does not reach 3mmHg(s) to the vapor pressure of 1740-degree C lead being 760mmHg(s), either. Therefore, only a lead steam can be mostly generated alternatively from a body by heating a body at about 1740 degrees C.

[0128] Moreover, the metal in a processing-object body can be made to evaporate at still lower temperature by decompressing the inside of an airtight container.

[0129] If the pressure in the airtight field of a heating-under-reduced-pressure means is adjusted to 10-1Torr, only a lead steam can be mostly generated alternatively from a body by heating about to 1100K mostly. Moreover, if the pressure in an airtight field is adjusted to 10-3Torr, only a lead steam can be mostly generated alternatively from a body by heating about to 900K mostly. Furthermore, if the pressure in an airtight field is adjusted to 10-4Torr, only a lead steam can be mostly generated alternatively from a body by heating about to 700K mostly. Thus, the steam of metals including the lead generated alternatively is the condensation means cooled below to the melting point of the metal, and are collected as a metal.

[0130] Thus, when condensing and crystallizing and collecting the metals made to evaporate from a processing-object object, recovery becomes high by setting up the residence time of the steamy lead in equipment for a long time.

Therefore, it is suitable for the structure of a condensation means to make it counterflow structure or a spiral structure.

[0131] Moreover, it is N2 to the condensation means from the airtight field of a heating-under-reduced-pressure means. By passing rare gas, such as Ar, as carrier gas, metallic fumes can be collected more nearly alternatively.

[0132] If it is made to perform the 1st pyrolysis process and heating-under-reduced-pressure process continuously, injection energy can be suppressed greatly. That is, gaseous thermal conductivity needs to supply such big energy that the inside of an airtight container is decompressed at a heating-under-reduced-pressure process since it decreases

according to the failure of pressure. In the processor of this invention, and an art, the 1st pyrolysis means and heating-under-reduced-pressure means are connected so that cooling of a processing-object object may be suppressed, and if the 1st pyrolysis process is used as a preheating stage of a heating-under-reduced-pressure means to make a metal evaporate, the energy supplied at a heating-under-reduced-pressure process can be saved greatly. Moreover, it can also prevent that the processing-object object currently heated with the 1st pyrolysis means oxidizes and burns in the atmosphere. For example, you may make it connect the airtight field of the 1st pyrolysis means and a heating-under-reduced-pressure means through a purge room.

[0133] Moreover, you may make it the heating-under-reduced-pressure means with which the processor of this invention is equipped equipped with the control means which control a temperature-control means and a pressure regulation means so that a metal evaporates the airtight field which holds the processing-object object which has the 1st portion joined with the metal, and the 2nd portion inside, a temperature-control means adjust the temperature in an airtight field, a pressure regulation means adjust the pressure in an airtight field, and the temperature and the pressure in an airtight field.

[0134] Moreover, the airtight field which holds the processing-object object which has the 1st portion joined with the alloy which has the 1st metal and 2nd metal, and the 2nd portion inside, You may make it provide the control means which control a temperature control means and a pressure regulation means so that an alloy evaporates a temperature control means to adjust the temperature in an airtight field, a pressure regulation means to adjust the pressure in an airtight field, and the temperature and the pressure in an airtight field.

[0135] For example, you may make it separate or collect at least one elements from a processing-object object as the 1st metal among Zn, Cd, Hg, Ga, In, Tl, Sn, Pb, Sb, Bi, Ag, or In.

[0136] Moreover, it can dissociate and collect also about metals other than this by adjusting the temperature in an airtight field, a pressure, and an oxygen density with a metal state (refer to drawing 13 , drawing 18 , and drawing 19). Especially this is the same through all the portions of this invention, when not stating.

[0137] What is necessary is to introduce into the airtight field of a heating-under-reduced-pressure means the pyrolysis residue of a processing-object object which has the 1st portion pyrolyzed with the 1st pyrolysis means, and the 2nd portion, to seal this airtight field, and just to adjust the temperature and the pressure in an airtight field so that the metal which has joined the processing-object object which has the 1st portion and 2nd portion may evaporate.

[0138] Moreover, when a junction metal is the alloy which has the 1st metal and 2nd metal, the temperature and the pressure in an airtight field are adjusted so that the 1st metal in an alloy may evaporate alternatively first, and you may make it adjust the temperature and the pressure in an airtight field next, so that the 2nd metal in an alloy may evaporate

[0139] For example, the temperature and the oxygen density within the 1st pyrolysis means are controlled so that the mounting substrate which consists of electronic parts joined with the alloy which has the substrate which has a resin as a component for the 1st pyrolysis means, this substrate, the 1st metal, and the 2nd metal is introduced and the 1st of an alloy and the 2nd metal do not evaporate, and so that a resin pyrolyzes. And the pyrolysis residue of a mounting substrate is introduced into a heating-under-reduced-pressure means, the temperature and the pressure in the airtight field of a heating-under-reduced-pressure means are controlled so that the 1st metal in an alloy evaporates alternatively and you may make it control the temperature and the pressure in an airtight field so that the 2nd metal in an alloy subsequently evaporates.

[0140] Thus, these metals can be separated and collected from a processing-object object, even when according to this invention the junction of a processing-object object which has the portion joined with the metal or alloys to which a printed circuit board and various electronic parts were joined with pewter alloys, such as Pb-Sn, etc., for example, such as a mounting substrate, can be canceled and poisonous metal, such as lead, is contained in the junction alloy.

[0141] That is, junction can be canceled by introducing the processing-object object pyrolyzed with the 1st pyrolysis means in the airtight field of a heating-under-reduced-pressure means, adjusting the temperature in an airtight field, a pressure, an oxygen density, etc., and making the joined metal or alloy evaporate. What is necessary is just to collect the vaporized metals.

[0142] the case where a processing-object object has a resin as a component -- first -- a resin portion -- the 1st pyrolysis means -- decomposing thermally -- evaporation and oil-izing -- it carbonizes To adjust disassembly of this resin on conditions a metal seldom oxidizes or do not evaporate the temperature within the 1st pyrolysis means, and an oxygen density, and what is necessary is just made to perform it. Even when a metal evaporates from a processing-object object, it condenses and collects, for example with a cooling means etc., and you may make it introduce into a heating-under-reduced-pressure means.

[0143] Subsequently, the temperature in an airtight field and a pressure are adjusted and the junction metal in a processing-object body is made to evaporate alternatively. What is necessary is to adjust the temperature in an airtight field, and a pressure according to each metal, and just to make it evaporate alternatively for every metal, when two or

more metals (element) are contained in a processing-object body.

[0144] The junction can be canceled if it is the processing-object object joined with the metal or the alloy besides the mounting substrate.

[0145] For example, a mounting substrate is introduced without crushing to the processor of this invention, it pyrolyzes at temperature which adjusts an oxygen density, and lead seldom oxidizes and evaporates (for example, about 450-500 degrees C), and the composition resin of a mounting substrate is disassembled. And introduce the pyrolyzed mounting substrate into a heating-under-reduced-pressure means, heat so that lead may evaporate, and make lead evaporate (for example, 10-3 Torr about 900 K), and tin is made to evaporate similarly, and it separates into electronic parts and the circuit board (the substrate in which electronic parts are carried is called circuit board here), and you may make it collect mounting substrates.

[0146] What is necessary is just to prepare a metal separation means in the processor of gas-like excretions, even if metals, such as lead, evaporate with the 1st pyrolysis means.

[0147] Moreover, after introducing a mounting substrate into the processor of this invention and collecting lead for example, heat to about 973K, Zn, Sb, etc. are made to evaporate further, and you may make it collect.

[0148] Heat to about 1773K further, for example, Au, Pt, Pd, Ta, nickel, Cr, Cu, aluminum, Co, W, Mo, etc. are made to evaporate, and you may make it collect. A pewter alloy may not be restricted to Pb-Sn, for example, the so-called Pb free pewters, such as Ag-Sn, Zn-Sn, In-Sn, Bi-Sn, Sn-Ag-Bi, and Sn-Ag-Bi-Cu, are sufficient as it. Moreover, it may be joined with the alloys and metal simple substances other than these.

[0149] moreover, the processing-object object which the processing-object object which the resin and the metal unified could be processed effectively according to this invention, i.e., the resin and the metal unified -- the 1st pyrolysis mean -- introducing -- first -- a resin portion -- decomposing thermally -- evaporation and oil-izing -- it carbonizes To adjust disassembly of this resin on conditions a metal seldom oxidizes or do not evaporate the 1st temperature, oxygen density, or pressure of a pyrolysis means, and what is necessary is just made to perform it.

[0150] When it is difficult to still separate a metal out of a processing-object body, subsequently to a heating-under-reduced-pressure means it introduces, the temperature in an airtight field and a pressure are adjusted, and the metal in a processing-object body is made to evaporate alternatively only by this operation. What is necessary is to adjust the temperature in an airtight field, and a pressure according to each metal, and just to make it evaporate alternatively for every metal, when two or more metals (element) are contained in a processing-object body. Thus, in this invention equipment and an art, not only the processing-object object that only has a resin and a metal but the processing-object object which the resin and the metal unified can be processed. The printed circuit board which metals laminated with plastic film, such as packing containers, such as a pouch-packed food, such as an aluminum foil, and a resin, copper, nickel, unified as a processing-object object which has such a resin and a metal, for example, a flexible substrate or the tape carrier package of TAB, IC and LSI, a resistor, or shredder dust can be raised as one example.

[0151] In order for the composition metal of a processing-object object to oxidize as a whole or to make it not evaporate, the pressure in an airtight field is controlled, you may make it heat waste, the oxygen density in an airtight field is controlled, and you may make it heat a processing-object object. In order to control an oxygen density, it may be made to adjust oxygen tension, and gas, such as nitrogen gas and rare gas, is introduced in an airtight field, and you may make it adjust the oxygen density in a system by adjusting the total pressure in an airtight field. If oxidization of a resin portion progresses quickly by heating of a processing-object object (i.e., if it burns out), since the metal part currently united with a resin portion will also oxidize, it will become an oxide and utility value not only falls, but it will lead to generating of dioxin as mentioned above, cautions are required.

[0152] Moreover, when the metal part consists of two or more metals, heat further, it is made to evaporate alternatively for every element, and you may make it collect.

[0153] The decomposition generation gas of the resin of a processing-object object is made to condense, and you may make it collect it, for example, may make it oil-ized equipment etc. recover it. When what is necessary is to make it adsorb and just to make it collect and a halogenated hydrocarbon etc. occurs, you may make it disassemble hydrogen gas using a catalyst etc.

[0154] Moreover, when a resin contains chlorine, such as a resin of a polyvinyl chloride system, the iron heated to the elevated temperature is made to contact, and you may make it collect as halogenation iron by the gas-like excretions processors between the 1st pyrolysis means, and a reforming means or the 2nd pyrolysis means, between a reforming means or the 2nd pyrolysis means, and a cooling means, etc.

[0155] Processing of the aluminum foil (it is the same the following called resin covering aluminum foil) laminated with the plastic film used for example, for various packing containers etc. as one example of processing is explained.

[0156] Less than 400 degrees C of decomposition of carbonization, oil-izing, etc. of the resin section are [the 1st temperature] insufficient. Moreover, since aluminum will be fused if it heats at 650 degrees C or more, by setting the 1st temperature as about 400-650 degrees C, and pyrolyzing it, a resin portion is decomposed (evaporation, oil-izing,

carbonization), and aluminum foils are collected with a metal state.

[0157] It is still more suitable, if the pressure within the 1st pyrolysis means is decompressed to about 10 to 2 or less Torr, or gas, such as Ar, is introduced and an oxygen density is adjusted and pyrolyzed. It is still more desirable if the 1st temperature is also set as 550-600 degrees C.

[0158] Moreover, this invention can also process processing-object objects, such as the circuit board which a resin and copper unified. For example, after a resin and copper pyrolyze the circuit board by which the laminating was carried out with the 1st pyrolysis means and pyrolyze a resinous principle, it introduces into a heating-under-reduced-pressure means. The copper of the circuit board fuses under reduced pressure, and a pyrolysis residue is further heated so that it may condense granular with the surface tension. And separation with copper and carbide becomes easy by taking out this processing-object object from a heating-under-reduced-pressure means through a purge room.

[0159]

[Embodiments of the Invention] It explains to a detail further, referring to drawing about this invention below.

[0160] (Operation form 1) Drawing 1 is drawing of the processor of this invention showing one example roughly.

Drawing 2 is drawing showing typically the composition of the processor of this invention illustrated to drawing 1.

[0161] The pyrolysis furnace 20 which is the 1st pyrolysis means which pyrolyzes the processing-object object with which this processor 10 contains a resin and a metal at the 1st temperature, The gas resolver 30 reformed or pyrolyzed at the 2nd temperature into which dioxin decomposes the gas-like excretions which it connected with this pyrolysis furnace 2, was arranged, and were produced from the processing-object object, So that it may connect with the gas resolver 30, and may be arranged and the increase in the dioxin concentration in the gas-like excretions reformed at the 2nd temperature may be suppressed The cooling tower 40 which is a cooling means to quench gas-like excretions to the 3rd temperature, The heating-under-reduced-pressure furnace 50 which heats the residue produced by the pyrolysis of a processing-object object, the solid separated from gas-like excretions under reduced pressure so that the metal contained in this residue may evaporate, and the recovery chamber 60 which condenses the metal evaporated from the residue are provided.

[0162] That is, the processor of this invention introduces the processing-object object containing a resin and a metal into a pyrolysis furnace, and pyrolyzes it, the gas-like excretions discharged from the processing-object object are processed by the gas resolver and the gas-like excretions processor by which the principal part is constituted from a cooling tower, and clean gas fuel is formed, and the pyrolysis residue of the harmless-izing and processing-object object which discharged gas-like excretions is introduced into a heating-under-reduced-pressure furnace, and carries out separation recovery of the metal.

[0163] The pyrolysis furnace 20 is pyrolyzed at the 1st temperature by which a processing-object object is pyrolyzed under oxygen density control, and extracts gas-like excretions from shredder dust, the waste circuit board, etc. With gas-like excretions, although it consists of an exhaust gas fundamentally, the case where a solid-state-like particle, a liquid particle, etc. which are mixed in this exhaust gas are included is not eliminated here.

[0164] Drawing 3 is drawing of the structure of the pyrolysis furnace 20 showing one example typically. The pyrolysis furnace 20 consists of a pyrolysis chamber 21 which pyrolyzes a processing-object object, and a combustion chamber 22 which heats the pyrolysis chamber 21, burns the fuel gas introduced from the fuel gas piping 23 in a combustion chamber 24, and is heating the inside of the pyrolysis chamber 21 with this heat of combustion. While the temperature control means and oxygen density regulation means which are not illustrated are arranged in the pyrolysis furnace 20 and maintaining the inside of the pyrolysis chamber 21 at the 1st temperature, the oxygen density is adjusted so that a pyrolysis may be performed by the reducing atmosphere.

[0165] What is necessary is just to use a heating means and a thermometry means as a temperature control means to adjust the 1st temperature of the pyrolysis furnace 20. What is necessary is to choose various convection-current heating, radiation heating, etc. as a heating means if needed, or to combine, and just to make it use. For example, you may make it use resistance heating, such as a sheath heater, and may make it burn gas, a fuel oil, gas oil, etc. out of a chamber. Furthermore, you may make it reuse the gas discharged from the resin of a processing-object object etc. as fuel gas as a heat source of the processor of this invention made into the start of pyrolysis furnace 20, after neutralizing reforming, harmless-izing, and. Moreover, clean ***** obtained as mentioned above, for example is introduced into a gas turbine generator, it changes into power, and you may make it use for operation of the processor of this inventions including the pyrolysis furnace 20 with this power.

[0166] What is necessary is just to use various temperature sensors as a thermometry means. In order that it may sever the generation source of dioxin on a multi-stage story so that it may mention later although what is necessary is just to set it up so that the metal of a processing-object object may not oxidize as much as possible while the resin of a processing-object object pyrolyzes the 1st temperature, it is suitable to maintain the pyrolysis furnace 20 at reducing conditions. For example, the chlorine of this aromatic system hydrocarbon compound is decomposed into HCl etc. by pyrolyzing the aromatic system hydrocarbon compound containing chlorine under reducing conditions. Therefore,

generating of dioxin is suppressed.

[0167] At this pyrolysis furnace 20, about 250 degrees C - about about 600 degrees C of processing-object objects are more preferably pyrolyzed by the about 400-550-degree C temperature requirement. What is necessary is just to adjust this 1st temperature if needed by the property of a processing-object object, composition, etc. By setting the 1st temperature of the pyrolysis furnace 20 as low temperature comparatively, evaporation of the heavy metal of a processing-object object etc. can be prevented, and it is **. Separation recovery can be more efficiently carried out at the latter heating-under-reduced-pressure furnace 50. Moreover, the load of the pyrolysis furnace 20 is also reduced, a life can be lengthened and processing cost can be reduced.

[0168] You may make it an oxygen density regulation means use the oxygen density sensor and carrier gas introduction system which are for example, an oxygen density measurement means.

[0169] You may make it an oxygen density sensor use the so-called zirconia sensor which adopted the zirconia (zirconium oxide), and it is CO and CO₂ at an infrared spectroscopy. You may make it measure absorption.

Furthermore, what is necessary is to make it use GC-MS, and to choose if needed, or to combine, and just to make it use.

[0170] You may make it use rare gas, such as Ar, as carrier gas gas. Moreover, the oxygen density in the pyrolysis furnace 20 is not only adjusted by this carrier gas, but it can lead gas to the gas resolver 30 by it efficiently.

Furthermore, you may make it serve with a pressure regulation means.

[0171] In addition, you may make it rotary kiln etc. used for the pyrolysis furnace 20 that what is necessary is just to be able to pyrolyze a processing-object object under oxygen density control.

[0172] Moreover, you may make it form shredder 25 in the preceding paragraph of the pyrolysis furnace 20 (refer to drawing 10). After shredder crushes and classifies the carried-in processing-object object from the equipment exterior, it may be made to introduce into the pyrolysis furnace 20, and you may make it introduce into the pyrolysis furnace 20, without crushing. When a processing-object object is the waste circuit board, it is suitable to introduce into the pyrolysis furnace 20, without crushing.

[0173] The inside of the pyrolysis furnace 20 at which the processing-object object was introduced should just adjust temperature and oxygen density conditions so that the state of the metal in a processing-object body may not oxidize as much as possible, and so that it can do, and the chlorine combined with the organic compound on the occasion of the pyrolysis of a resin may restrict and it may mineralize it. This temperature and oxygen density conditions may be set up beforehand, and the measured value of temperature or an oxygen density is fed back to a heating means, an oxygen density regulation means, etc., and you may make it control it. What is necessary is just to carry out as [use / a zirconia sensor etc.], when an oxygen density needs to be measured.

[0174] Moreover, you may make it control the pressure in the pyrolysis chamber 21 of the pyrolysis furnace 20. For example, if the inside of the pyrolysis chamber 21 is decompressed, an oxygen density will also fall and a processing-object object will not oxidize rapidly by heating. Moreover, generally, although a lot of decomposition generation gas occurs from a resin by heating, a resin hardly generates oxygen, even if it decomposes. Furthermore, the decomposition product of a resin is also evaporated easily.

[0175] On the other hand, reduced pressure reduces the thermal conductivity in the pyrolysis chamber 21. However, if the inside of the pyrolysis furnace 20 is a non-oxidizing atmosphere, a processing-object object will not oxidize under atmospheric pressure or pressurization. Therefore, if the inside of the pyrolysis chamber 21 is a non-oxidizing atmosphere, it can pressurize and the thermal conductivity in a system will improve.

[0176] The gas-like excretions discharged from a processing-object object are introduced through piping to the gas resolver 30. Although the cyclone separator 29 which separates solid-state-like excretions, such as dust in gas-like excretions, is arranged between the pyrolysis furnace 20 and the gas resolver 30 in the processor 10 illustrated to drawing 1 , you may make it have this cyclone separator 29 if needed.

[0177] The gas resolver 30 pyrolyzes or reforms the gas-like excretions discharged from the processing-object object at the 2nd temperature higher than the 1st temperature. Pyrolysis or reforming means changing the hydrocarbon system compound contained in the gas-like excretions discharged from the processing-object object to more low-molecular hydrogen, methane, a carbon monoxide, etc. here. Moreover, you may be made to perform hydrorefining processing (kydroreforming) etc. It is suitable to maintain the inside of a system at reducing conditions, and to reform it also from a viewpoint of severing the generation source of dioxin as mentioned above. Moreover, if the inside of the gas resolver 30 is maintained at a reducing atmosphere, you may make it introduce little air in the gas resolver 30. Not only in addition to a pyrolysis but this, in the gas resolver 30, you may be made to perform catalytic cracking using a catalyst. Solid acids, such as a silica alumina and a zeolite (aluminosilicate), are made to support metals, such as Pt and Re, and you may make it use them for them as a catalyst, for example.

[0178] By dissociating with the pyrolysis furnace 20 and having the gas resolver 30, the gas-like excretions from a processing-object object can be processed at the 2nd temperature higher than the 1st temperature, and reforming of gas

like excretions and mineralization of chlorine can carry out effectively.

[0179] As for the gas resolver 30, it is desirable to maintain conditions which the dioxin which originates in a processing-object object directly or indirectly decomposes as much as possible. For example, remarkable dioxin can be decomposed by setting the 2nd temperature as about 800 degrees C. Moreover, dioxin can be decomposed still more effectively by setting more preferably 1000 degrees C or more of 2nd temperature as 1200 degrees C or more. Since this gas resolver 30 is set as the 2nd temperature which dioxin decomposes, it will also produce the pyrolysis of the hydrocarbon of gas-like excretions simultaneously at this 2nd temperature.

[0180] By being reformed and pyrolyzed by the gas resolver 30, the hydrocarbon system compound contained in the gas-like excretions discharged from the processing-object object is made low-molecular, and changes to hydrogen, methane, a carbon monoxide, etc. Moreover, when dioxin is contained in gas-like excretions, most of these dioxin is decomposed. Furthermore, it mineralizes organic chlorine and re-composition of dioxin is suppressed.

[0181] Drawing 4 is drawing of the structure of the gas resolver 30 showing one example typically. In the chamber filled up with corks, the gas resolver illustrated to drawing 4 (a) forms temperature conditions which a reducing atmosphere and dioxin decompose while pyrolyzing and reforming gas-like excretions by introducing the gas-like excretions from the pyrolysis furnace 20, and little air.

[0182] The gas resolver illustrated to drawing 4 (b) is heated to temperature into which fuel gas and air are burned and dioxin decomposes a chamber, introduces the gas-like excretions from the pyrolysis furnace 20 in this chamber, and it pyrolyzes and it is reformed.

[0183] You may make it have catalytic-cracking meanses, such as a catalyst which was mentioned above, for example, in the chamber of the gas resolver 30.

[0184] Moreover, you may make it have the temperature control means and oxygen density measurement means for adjusting the temperature in a chamber, and an oxygen density to the gas resolver 30 if needed. You may make it use the above oxygen density sensors and a carrier gas introduction system as an oxygen density regulation means. Furthermore, you may make it connect a hydrogen gas reservoir, and may make it connect inert gas reservoirs, such as Ar.

[0185] Thus, the gas-like excretions contained in the gas-like excretions discharged from the processing-object object are made low-molecular by the gas resolver 30 or the 2nd pyrolysis means, and change to hydrogen, methane, a carbon monoxide, etc.

[0186] The gas-like excretions pyrolyzed and reformed with the gas decomposition means 30 are introduced into a cooling tower 40.

[0187] It connects with the gas resolver 30 and a cooling tower 40 is arranged, and it quenches the gas-like excretions reformed or pyrolyzed at the 2nd temperature to the 3rd temperature so that the increase in the dioxin concentration in these gas-like excretions may be suppressed.

[0188] That is, the chlorine of the hydrocarbon system compound with which the dioxin concentration in the gas-like excretions which set for the gas resolver 30 or the 2nd pyrolysis means, and were reformed or pyrolyzed at the 2nd temperature is decomposed or reformed at that it is the temperature which dioxin decomposes [the 2nd temperature], and this temperature is very low from being carried out by the reducing atmosphere and mineralizing. Therefore, it is made to quench to the 3rd temperature so that generation of the dioxin from this state and re-composition may not arise, and it may be suppressed [whether the increase in the dioxin concentration in gas-like excretions can be performed, and]. What is necessary is just to set the 3rd temperature as temperature which the generation reaction of dioxin does not produce. For example, generation of dioxin and re-composition can be suppressed by quenching to 35 degrees C or less most preferably 50 degrees C or less still more preferably 100 degrees C or less 150 degrees C or less from the gas-like excretions in the state where dioxin has decomposed (what is necessary being just temperature higher than temperature which dioxin decomposes even if not the same as the 2nd temperature in the gas resolver 30). It is desirable to cool gas-like excretions as much as possible to the 3rd temperature for a short time at this time. At about 200 degrees C - about 400 degrees C, dioxin is generation and because it is [re-] easy to be compounded, and this can suppress the dioxin concentration in gas-like excretions more effectively by shortening time quenching gas-like excretions to the 3rd temperature and for dioxin piling up in generation and the temperature requirement which is [re-] easy to be compounded as much as possible. Therefore, as for cooling of the gas-like excretions in a cooling tower 40, it is desirable to be less than about 10 seconds preferably, and to quench.

[0189] Refrigerants, such as water and an oil coolant, are injected directly into gas-like excretions, and it may be made to carry out contact cooling as such a cooling tower 40. Gas-like excretions will be neutralized if alkaline powder, such as lime powder, is injected to gas-like excretions at this time. Moreover, since HCl in gas-like excretions contacts lime powder and is diffused on a solid-state front face, it can also suppress generation of dioxin, and re-composition, for example.

[0190] Drawing 5 is drawing of the structure of a cooling tower 40 showing one example typically. Gas-like excretions

rectification is carried out, refrigerants, such as cooling water and an oil coolant, are injected directly, and drawing 3 (a) has structure which was introduced from the resolver 30 and which cools gas-like excretions to the 3rd temperature. In drawing 5 (b), it has structure which fixes the chlorine in gas-like excretions and removes the generation source of dioxin from gas-like excretions at the same time it injects neutralizers, such as lime powder, with a refrigerant and neutralizes gas-like excretions.

[0191] moreover, the cooling rate management tool of the gas-like excretions which gas-like excretions induction and the coolant-gas discharge section are equipped with the temperature sensor which is not illustrated, and are introduced, for example, the flow rate and temperature control means of a refrigerant, prepares for a cooling tower 40 -- having -- **** -- the cooling rate of gas-like excretions -- generation of dioxin, and re-composition -- suppression **** -- it is controlled like

[0192] Thus, by pyrolyzing or reforming the gas-like excretions discharged from the processing-object object at the pyrolysis furnace 20 at temperature which dioxin decomposes by the gas resolver 30, and quenching so that generation of dioxin and re-composition may not arise by the cooling tower 40, it changes to hydrogen, methane, a carbon monoxide, etc., and the dioxin concentration in gas-like excretions is also reduced greatly. Thus, generating of dioxin can be suppressed processing disassembly of a processing-object object, and decomposition of the gas-like excretions from a processing-object object in the processor of this invention on the pyrolysis furnace 20 and two or more step story of the gas resolver 30, and by maintaining such a decomposition means at a reducing atmosphere.

[0193] It is the dioxin concentration in gas-like excretions 0.1 to 0.5 TEQng/Nm by setting the 2nd temperature as 800 degrees C, and setting the 3rd temperature as 150 degrees C 3 It was able to decrease. Moreover, it is the dioxin concentration in gas-like excretions 0.1 TEQng(s)/Nm by setting the 2nd temperature as 1150 degrees C, and setting the 3rd temperature as 50 degrees C 3 It was able to decrease below.

[0194] The gas-like excretions cooled in the cooling tower 40 may be made to perform washing and desulfurization if needed.

[0195] Moreover, you may make it introduce the gas-like excretions cooled in the cooling tower 40 into neutralization filtration meanses, such as a bag filter. You may make it blow slaked lime, filter aid (for example, the high particle of voidage, such as a zeolite and activated carbon, TESHISOBU, a milt balloon), etc. into the air current of gas-like excretions with a dry venturi tube etc. between a cooling tower 40 and a neutralization filtration means. Drawing 6 is drawing showing a part of composition of the gas-like excretions processor which connected the bag filter 70 to the latter part of a cooling tower 40. By introducing into the heating-under-reduced-pressure furnace 50, and processing, even if solid-state-like excretions, such as a heavy-metal particle condensed in the cooling tower 40, the solid discharged from a bag filter 70 are the cases where metals, such as lead, tin, an arsenic, and cadmium, are contained in gas-like excretions, separation recovery of it can be carried out.

[0196] Thus, you may make it use the gas-like excretions discharged from the processed processing-object object as a heat source of heating of the pyrolysis furnace 20, they are supplied to a gas turbine generator, and you may make it obtain power. You may make it use this power for the heat source and others of a processor of this invention furthermore.

[0197] On the other hand, the pyrolysis residue of the processing-object object which discharged gas-like excretions at the pyrolysis furnace 20 is introduced into the heating-under-reduced-pressure furnace 50. Since the organic substance component of a processing-object object is almost decomposed by the pyrolysis furnace 20 which is the 1st pyrolysis means, a pyrolysis residue mainly consists of a metal, carbide, or glass.

[0198] The heating-under-reduced-pressure furnace 50 which separates and collects metals from the pyrolysis residue which is this processing-object object consists of a purge room 51, the 1st sealed cabin 52, and a cooling room 53, and each locus are separated by the septum 54 which can be opened and closed. Moreover, you may make it connect the 1st sealed cabin of the pyrolysis furnace 20 and the heating-under-reduced-pressure furnace 50 through the purge room 51.

[0199] At the heating-under-reduced-pressure furnace 50 of the processor illustrated to drawing 1, a processing-object object opens septum 54a, and is introduced into the purge room 51. After carrying out skimming by the exhaust air system which closes septum 54a and does not illustrate the inside of the purge room 51, septum 54b is opened and a processing-object object is moved to the 1st sealed cabin 52.

[0200] Septum 54b is closed, and a pressure and temperature are controlled so that the metal in a processing-object body evaporates the inside of the 1st sealed cabin 52 under reduced pressure. The metal evaporated from the processing-object object is made to condense by the recovery chamber 60, and are collected. 55 is an exhaust air system. You may make it introduce the exhaust gas of an exhaust air system into a resolver 30.

[0201] After making a desired metal evaporate, septum 54c between the ***** rooms 53 decompressed by the exhaust air system which is not illustrated is opened, and a processing-object object is moved to a cooling room 53.

[0202] If septum 54c is closed, a processing-object object is cooled and a processing-object object will be in a stable

state also in the atmosphere, a cooling room 53 will be leaked, 54d of septa will be opened, and a processing-object object will be taken out.

[0203] Although the inside of a processing-object body consists of carbide and a metal which was not evaporated, a metal is easily separable into these from carbide.

[0204] As mentioned above, according to this invention, the processing-object object which has a resin and a metal can be recycled highly, and, moreover, generating of dioxin can be prevented.

[0205] (Operation form 2) Drawing 7 is another drawing of the processor of this invention showing one example roughly. Drawing 8 is drawing showing typically the composition of the processor of this invention illustrated to drawing 7. the acidic component in the gas-like excretions cooled in this processor in the cooling tower 40 -- the neutralization scrubbing tower 61 -- neutralizing -- desulfurization -- it desulfurizes in a column 62 and enables it to use as clean fuel gas After this fuel gas is sent to the combustion chamber 23 of the pyrolysis furnace 20, and is used as heating fuel of a pyrolysis furnace and filtering it by the charcoal filter 63, it is sent to a gas turbine generator 64, and is changed into power. The exhaust gas which heated the pyrolysis furnace 20, and the exhaust gas of a gas turbine generator 64 act as the monitor of a component and the concentration by GC-MS etc., and after they check safety, they are emitted into the atmosphere from a chimney 66.

[0206] By adopting such composition, the processor of this invention can process a processing-object object more efficiently. For example, it can turn harmless, gas-like excretions can be neutralized and washed, it can use for heating of a pyrolysis furnace as clean fuel gas, and the running cost of equipment can be suppressed very low by working a heating-under-reduced-pressure furnace with the power further obtained with the gas generator, or carrying out electricity sales to utilities.

[0207] Moreover, the life of 600 degrees C or less and a low-temperature hatchet pyrolysis furnace has the 1st long temperature within the 1st pyrolysis means, and a maintenance can also be made easy.

[0208] Drawing 9 is drawing showing typically the example which applied the art of this invention to waste treatment. That is, waste is pyrolyzed, the gas-like excretions discharged from waste are formed into clean fuel gas by the gas-like excretions processor, and a pyrolysis residue can be introduced into a heating-under-reduced-pressure furnace, and can be collected as heavy metal, a useful metal, activated carbon, etc.

[0209] Drawing 10 is drawing of the composition of the shredder equipment with which the preceding paragraph of the processor of this invention can be equipped showing one example typically. Here, the shredder equipment which processes a waste automobile was illustrated.

[0210] A waste automobile is crushed by shredder and iron, non-iron, and nonmetallic are classified by the MAG, the wind force, etc. Such a judgment residue is shredder dust. A resin (fiber and paper are included), glass, and the various metals containing heavy metal are contained in shredder dust. By adopting the above composition, such shredder dust with which processing technology was not established conventionally can also process this invention safely and efficiently.

[0211] Shredder dust was thrown into the pyrolysis furnace 20, and it decomposed thermally at 400-500 degrees C, the gas-like excretions discharged from a resinous principle or an organic substance component of shredder dust etc. were led to the gas resolver 30, and in order to make detrimental objects, such as dioxin, decomposition harmless, the 2nd temperature was decomposed thermally above 1100 degrees C (preferably 1150 degrees C or more). And it is generating of dioxin 0.1 TEQng(s)/Nm by quenching within 10 secs in the cooling tower 40 which set the 3rd temperature as 100 degrees C or less (desirably 50 degrees C or less) just behind it 3 It was able to suppress below. Thus, gas-scrubbing (neutralization) equipment and the desulfurizing plant were able to remove the gas-like excretions from the processed processing-object object for the cyanide, the sulfide, the nitride, etc., and clean fuel gas was able to be obtained.

[0212] This fuel gas is generated by the gas turbine generator, is changed into power, and is working the heating-under-reduced-pressure furnace 50 while using it as a heating heat source of the pyrolysis furnace 20.

[0213] Moreover, the pyrolysis residue of a processing-object object was able to be introduced into the heating-under-reduced-pressure furnace 50, was able to be heated under reduced pressure of 10-1 - 10-3Torr, and separation recovery of the metals, such as Pb, Sb, As, Cd, Sn, and Zn, was able to be carried out with 99% or more of yield. The processing-object object processed at the heating-under-reduced-pressure furnace 50 was able to reduce Pb, Sb, As, Cd Sn, and Zn to 0.1 ppm level.

[0214] The iron which remained in the processing-object object processed at the heating-under-reduced-pressure furnace 50 carried out separation recovery with the specific gravity selecting method, the electric magnet, etc., finally it was harmless and the carbide of a high grade was obtained. This carbide may be used by the charcoal filter 63, and can be utilized for an effective soil conditioner etc.

[0215] thus, the thing which according to this invention a home electrical-and-electric-equipment product, an automobile, a precision mechanical equipment, etc. control an oxygen density, pyrolyze the shredder dust of such

wastes, and is processed by the gas-like excretions processor and the pyrolysis residue processor -- gas-like excretions - toxic substances, such as dioxin, -- decomposition -- it can turn harmless and can consider as clean fuel gas This fuel gas can also be used as combustion chamber ***** heating heat sources, such as a pyrolysis furnace. Furthermore, it can also generate electricity using this fuel gas. The dry season runs short of water, as compared with the difficult water-power generation method, it is resources [that it is abundant and low price] to supply power constantly, and it can generate shredder dust very efficiently using the processor of this invention. Moreover, since the processor of this invention serves as the configuration of module and it is small-scale, it can respond according to a use to large-scale, corresponding to a broad scale.

[0216] on the other hand, a pyrolysis residue carries out separation recovery of the various metals in the state of the metal of a high grade by ***** heating -- coming out -- as -- ** Heavy metal is removed and carbide can also be utilized effectively. Moreover, the heating-under-reduced-pressure furnace is small as compared with a melting furnace, and there can be few installation costs, installations, etc., and can end and it can respond also to the waste treatment of a cities, towns and villages scale efficiently.

[0217] Thus, reusable matter can be collected in the state of a high grade, without emitting into environment a lot of wastes which generate toxic substances including dioxin for a toxic substance, heavy metal, etc. including a toxic substance or its source material, if it is made to burn.

[0218] Moreover, by the processor of this invention, and the art, without generating harmful gas, from mounting substrate waste etc., electronic parts, such as the circuit board, various kinds IC, a resistor, and a capacitor, can be separated easily, and separation recovery of the solder alloy etc. can be carried out simultaneously.

[0219] First, it introduces into the pyrolysis furnace 20, without crushing a mounting substrate, and the 1st temperature is set as 250-500 degrees C, and is pyrolyzed. You may make it decompress the inside of a pyrolysis furnace at this time. The gas-like excretions produced by the pyrolysis of a mounting substrate are quenched at 100 degrees C or less in a cooling tower 40, after leading to the gas resolver 30 and decomposing thermally above 800 degrees C, in order to press down generating of detrimental objects, such as dioxin. The pyrolysis residue was introduced into the heating-under-reduced-pressure furnace 50, was decompressed to ten to about three, carried out the temperature up to 350-700 degrees C one by one, and evaporated the composition metal of a solder. Therefore, electronic parts, such as the circuit board, various kinds IC, a resistor, and a capacitor, are separated, and metals, such as lead which evaporated, are simultaneously collected with the condensation means established in the middle of the recovery path.

[0220] Electronic parts and the circuit board were able to be separated nearly completely by such method. Moreover, low melting point metals, such as detrimental Pb, were also removed nearly completely (0.1 ppm level). the toxic substance concentration in the gas-like excretions generated from the resin section -- very -- low -- for example, dioxin -- 0.1-0.5TEQng/Nm3 up to -- it was able to decrease Mounting release of the electronic parts was carried out, it is carbonized and the circuit board from which the junction metal was removed changed into the state where the copper for wiring was included. Metals, such as Pb detrimental also from electronic parts, such as various iotaC, a resistor, and a capacitor, and Sb, were removed, it carbonized and the resin sections, such as a mould resin, changed into the state where metals, such as Si, alphas, ni, and W, Mo, were included in part.

[0221] subsequently, the carbonized circuit board containing copper is further heated in the heating-under-reduced-pressure furnace 50 (1050-1200 degrees C), and half-melting of the copper foil is carried out -- making -- several mm - it was made to condense spherically The separation recovery from copper carbide became easy by performing such processing. Calcium-carbonate solution etc. was able to wash the circuit board which consists of this carbide and metal copper, and it was able to collect the copper of a high grade.

[0222] Thus, according to this invention, a toxic substance cannot be made to be able to emit mounting substrate waste a toxic substance can be removed, it cannot be based on a help, but the circuit board and various electronic parts can be separated easily. Moreover, simultaneously, various metals including the composition metal of a solder alloy are evaporated, and separation recovery can be carried out. Moreover, metals, such as copper which did not evaporate, are recoverable by the high grade. Reusable matter can be collected in the state of a high grade, without emitting into environment wastes, such as a mounting substrate by which conventionally effective processing technology was not established, for a toxic substance, heavy metal, etc. according to this invention.

[0223] (Operation form 3) Below, it explains in more detail about the heating-under-reduced-pressure means of this invention.

[0224] Drawing 11 is the perspective diagram of the heating-under-reduced-pressure equipment with which the processor of this invention is equipped showing one example roughly. The part was cut and lacked and the internal situation was shown.

[0225] This heating-under-reduced-pressure furnace 100 processes solid-state-like excretions, a slag, etc. which were separated from the pyrolysis residue and gas-like excretions of the processing-object object 150 which has a resin and metal as a component, and consists of the purge room 101, the 1st sealed cabin 102, the 2nd sealed cabin 103, and a

cooling room 104.

[0226] Each [these] locus are separated by the door 105 which is the septum which can be opened and closed. namely, the equipment exterior and the purge room 101 -- door 105a -- the purge room 101 and the 1st sealed cabin 102 -- the 2nd sealed cabin 103 and cooling room 104 are separated by door 105c, and 105d of doors, a cooling room 104, and the equipment exterior are separated for the 1st sealed cabin 102 and 2nd sealed cabin 103 by door 105b by door 105e, respectively

[0227] The door 105 which separates each [these] locus is equipped with airtight maintenance nature and adiathermancy, and has separated each locus thermally and in pressure. What is necessary is just to be able to hold airtightness, since the thermal load concerning Doors 105a and 105b is small.

[0228] The exhaust air system 106 is connected to the purge room 101. This exhaust air system 106 is equipped with oil diffusion pump 106a, booster pump 106b, and rotary-pump 106c. The bulb which is not illustrated is arranged between the purge room 101 and the exhaust air system 106 and between each vacuum pump.

[0229] Between the purge room 101 and the exhaust air system 106, the trap 107 which removes the moisture discharged from the processing-object object 150 by the reduced pressure in the purge room 101 etc., hydrogen gas, etc. is arranged. Therefore, though moisture, hydrogen gas, etc. are discharged from the processing-object object 150 in the purge interior of a room, it does not have a bad influence on the exhaust air system 106. What is necessary is just to have this trap 107 if needed.

[0230] The pressure in the purge room 101 is adjusted with this exhaust air system 106 and the vacuum gage which is the pressure sensor which is not illustrated. What is necessary is just to use the Bourdon tube, a Pirani gage, etc. if needed as a vacuum gage.

[0231] Moreover, the carrier gas introduction system for carrying out inert gas replacement of the inside of the purge room 101 is connected to the purge room 101, and 108 is a carrier gas introduction valve. The carrier gas introduction system is connected to the carrier gas reservoir which is not illustrated. Here, it is N₂ as carrier gas. Although used, you may make it use rare gas, such as Ar, for example.

[0232] Moreover, the purge room 101 is equipped with a heating means, and you may make it heat the processing-object object 150 beforehand.

[0233] The pressure of the purge room 101 and the 1st sealed cabin 102 is made almost equal, door 105b is opened, and the processing-object object 150 is moved to the 1st sealed cabin 102 with a pusher 130. What is necessary is for a door 105 to make the pressure of the both sides which this door separates balance, and just to open and close it, although not stated especially henceforth.

[0234] The 1st sealed cabin 102 is a processing room for making the composition metal of the processing-object object 150 evaporate alternatively, and collecting them from the processing-object object 150.

[0235] This 1st sealed cabin 102 is equipped with the electrical heater 109 which is a heating means. You may make it this electrical heater supply power by the gas turbine generator 64. What is necessary is for a heating means to accept not only the electrical heater 109 but the need, to choose or combine it, and just to have it. For example, you may burn gas, an oil, etc. from the outside of an airtight field, and may be made to perform dielectric heating. Moreover, you may make it use the fuel gas obtained from the processing-object object 150.

[0236] The temperature in the 1st sealed cabin 102 is adjusted by the control means which control an electrical heater by measured value from this electrical heater 109, the temperature sensor which is not illustrated, and a temperature sensor and which are not illustrated. Control means carry in a computer the program which considers the measured value or measurement voltage from a temperature sensor as an input, and considers as an output a signal or voltage to which the injection power to an electrical heater is changed, and you may make it used for them.

[0237] It is good and you may make it, as for such control, an operator operate a heating means according to measurement temperature also by the analog circuit.

[0238] In the heating-under-reduced-pressure equipment illustrated to drawing 11, the temperature in the 1st sealed cabin 102 is controlled by the control means which are not illustrated in integration with the terms and conditions in the purge room 101, the 2nd sealed cabin 103, and a cooling room 104 and opening and closing of a septum 105, and a transfer of the processing-object object 150 with the pressure in the 1st sealed cabin 102 mentioned later again. These control means carry a control program in a computer, and may be made to perform it. The exhaust air system 110 is connected also to the 1st sealed cabin 102. The composition of this exhaust air system has the same composition as the exhaust air system 110 of the purge room 101.

[0239] The pressure in the 1st sealed cabin 102 is adjusted with this exhaust air system 110 and the vacuum gage which is the pressure sensor which is not illustrated. What is necessary is just to use the Bourdon tube, a Pirani gage, etc. if needed like the above-mentioned as a vacuum gage.

[0240] The carrier gas introduction system for adjusting this indoor oxygen density is connected to the 1st sealed cabin 102, and 112 is a carrier gas introduction valve. The carrier gas introduction system is connected to the carrier gas

reservoir which is not illustrated.

[0241] What is necessary is just to have an oxygen density regulation means if needed. Since the temperature up efficiency of a processing-object object will fall if the inside of the 1st sealed cabin 102 is decompressed, an oxygen density is adjusted in the stage where a degree of vacuum is first comparatively low, a processing-object object is heated, subsequently a degree of vacuum is made high more, and you may make it raise the temperature up efficiency of a processing-object object.

[0242] Here, it is N₂ as carrier gas. Although used, you may make it use rare gas, such as Ar, for example.

[0243] By operating suitably the exhaust air system 110 and the carrier gas introduction valve 112, the 1st airtight interior of a room can be decompressed or pressurized. The pressure regulation means of this equipment can adjust the pressure in a system now to the 4x10³ Torr grade from 10⁻³Torr. You may make it decompress further by changing the capacity of an exhaust air system, and capacity. Moreover, you may make it pressurize further by pressing carrier gas beforehand.

[0244] The oxygen density in the 1st sealed cabin 102 is adjusted by the carrier gas introduction valve 112 and the oxygen density sensor which is not illustrated. You may make it use a zirconia sensor as an oxygen density sensor, for example. When the temperature in the 1st sealed cabin 102 is low to a zirconia sensor, the gas extracted for example, from the inside of the 1st sealed cabin 102 is adjusted about to 773K, and you may make it measure it.

[0245] The infrared spectroscopy of the gas for example, in a system is carried out besides a zirconia sensor, and you may make it measure an oxygen density.

[0246] The oxygen density in the 1st sealed cabin 102 is N₂. You may make it adjust not with introduction of carrier gas [like] but with the total pressure in a system.

[0247] As mentioned above, what is necessary is just to make it control like [oxygen density / the pressure in the 1st sealed cabin 102, and] temperature. For example, the program which considers the measured value or measurement voltage from a pressure sensor and an oxygen density sensor as an input, and considers as an output the signal or voltage which controls the bulb of the exhaust air system 110 and the carrier gas introduction valve 112 is carried in a computer, and you may make it use as control means.

[0248] Between the 1st sealed cabin 102 and the exhaust air system 110, the recovery chamber 111 for collecting the metals of the gaseous state evaporated from the processing-object object 150 is arranged. This recovery chamber 111 makes the metal evaporated within this chamber cool and condense below to the melting point, and is collected. You may be made to make the inside of the recovery chamber 111 into for example, counterflow structure or a spiral structure. Or you may make it prepare a bulb and the septum which can be opened and closed between the recovery chamber 111 and the exhaust air system 110 between the recovery chamber 111 and the 1st sealed cabin 102. That is, if the metal evaporated from the processing-object object 150 is introduced in the recovery chamber 111, the recovery chamber 111 is closed and it cools, and a metal is made to condense and you may make it collect them.

[0249] When detrimental gas is discharged from the processing-object object 150, to introduce the exhaust gas of an exhaust air system to the gas cracking unit 30, and what is necessary is just made to make it harmless. Moreover, you may make it connect the latter part of the exhaust air systems 106, 110, 114, and 115 linked to each locus to the gas cracking unit 30.

[0250] The temperature in the 1st sealed cabin 102, a pressure, and an oxygen density are controlled as mentioned above. Therefore, the composition metal of the processing-object object 150 can be made to be able to evaporate alternatively, and can be collected.

[0251] ***** should just be equipped with the 2nd sealed cabin 103 between the 1st sealed cabin 102 and a cooling room 104, when a predetermined metal wants to collect metals with the boiling point high further more more from the processing-object object 150 even for removal at the time of a processing end in the 1st sealed cabin 102.

[0252] Since it transports to the 2nd sealed cabin 103, without cooling the processing-object object 150 heated in the 1st sealed cabin 102 with the heating-under-reduced-pressure equipment 100 with which the processor of this invention is equipped, thermal efficiency is very high.

[0253] The 2nd sealed cabin 103 is a processing room for making the composition metal of the processing-object object 150 evaporate still more nearly alternatively, and collecting them from the processing-object object 150.

[0254] This 2nd sealed cabin 103 is equipped with the electrical heater 109 same as a heating means as the 1st sealed cabin. What is necessary is for a heating means to accept not only the electrical heater 109 but the need, to choose or combine it, and just to have it.

[0255] As mentioned above, the temperature in the 2nd sealed cabin 103 is controlled by this electrical heater 113 and the temperature sensor which is not illustrated like the inside of the 1st sealed cabin 102. That is, the temperature in the 2nd sealed cabin 103 is controlled by the control means which are not illustrated in integration with the terms and conditions of the purge room 101, the 1st sealed cabin 102, and a cooling room 104, and opening and closing of a septum 105 with the pressure in the 2nd sealed cabin 103, the oxygen density, etc. again.

[0256] The exhaust air system 114 is connected also to the 2nd sealed cabin 103. The composition of this exhaust air system has the same composition as the exhaust air system 114 of the purge room 101.

[0257] The pressure in the 2nd sealed cabin 103 is adjusted with this exhaust air system 114 and the vacuum gage which is not illustrated and which is a pressure sensor. What is necessary is just to use the Bourdon tube, a Pirani gage, etc. if needed like the above-mentioned as a vacuum gage.

[0258] The carrier gas introduction system for adjusting this indoor oxygen density is connected to the 2nd sealed cabin 103, and 112 is a carrier gas introduction valve. The carrier gas introduction system is connected to the carrier gas reservoir which is not illustrated. Here, it is N₂ as carrier gas. Although used, you may make it use rare gas, such as Ar for example.

[0259] By operating suitably the exhaust air system 114 and the carrier gas introduction valve 112, the 1st airtight interior of a room can be decompressed or pressurized. With this equipment, the pressure in a system can be adjusted now to the 4x10³ Torr grade from 10⁻³Torr. You may make it decompress further by changing the capacity of an exhaust air system, and capacity. Moreover, you may make it pressurize further by pressing carrier gas beforehand.

[0260] Since the vapor pressure (boiling point) of the composition metal of the processing-object object 150 falls with the reduced pressure in the 2nd airtight indoor 103, a metal can be made to evaporate at lower temperature. Therefore, what is necessary is just to change the capacity of the heating means with which the 2nd sealed cabin 103 is equipped, and an exhaust air means according to the kind of metal separated and collected from the processing-object object 150. For example, you may make it equip heating the inside of the 2nd airtight indoor 103 to an elevated temperature more with a dielectric heating means. Moreover, you may make it capacity equip more decompressing the inside of the 2nd airtight indoor 103 to a high vacuum more, for example with a high vacuum pump with large displacement. You may make it acquire a high vacuum further using an ion getter pump, a turbo molecular pump, etc. depending on the capacity in the 2nd airtight indoor 103.

[0261] Especially since the inside of a system is fully decompressed, even if it does not adjust the oxygen density in the 2nd sealed cabin 103, it is fully low. Therefore, what is necessary is just to make it be the same as that of the 1st sealed cabin 102, in having an oxygen density regulation means, although it is not necessary to adjust positively.

[0262] Moreover, although the heating-under-reduced-pressure equipment 100 shown in drawing 11 illustrated the composition equipped with the 2nd one sealed cabin 103, you may make it equipped with two or more 2nd sealed cabin 103. By having two or more 2nd sealed cabins 103 where internal temperature conditions differ from a flow and pressure requirement, two or more metals with which vapor pressure differs can be made to be able to evaporate from the processing-object object 150, and can be collected.

[0263] Moreover, when it is not necessary to dissociate the whole element and metals do not need to be collected from the processing-object object 150, a metal is made to evaporate and you may make it collect them from the processing-object object 150. [two or more] For example, when removing an Pb-Sn alloy from a processing-object object, it is a pressure in the 2nd sealed cabin 103, and it heats to temperature which Pb and Sn evaporate, and you may make it collect Pb and Sn. Of course, Pb and Sn are evaporated alternatively and you may make it collect them, respectively.

[0264] Between the 2nd sealed cabin 103 and the exhaust air system 114, the recovery chamber 115 for collecting the metals of the gaseous state evaporated from the processing-object object 150 is arranged. This recovery chamber makes the metal evaporated within this chamber cool and condense below to the melting point, and is collected. You may be made to make the inside of the recovery chamber 115 into for example, counterflow structure or a spiral structure. Or you may make it prepare a bulb and the septum which can be opened and closed between the recovery chamber 115 and the exhaust air system 114 between the recovery chamber 115 and the 2nd sealed cabin 103. That is, if the metal evaporated from the processing-object object 150 is introduced in the recovery chamber 115, the recovery chamber 115 is closed and it cools, and a metal is made to condense and you may make it collect them.

[0265] If the residence time of the metal evaporated in the recovery chamber 115 becomes long when condensing and collecting the vaporized metals continuously, or when condensing and collecting by batch processing, recovery efficiency will increase.

[0266] Moreover, it is N₂ in the 2nd sealed cabin 103. You may make it introduce rare gas as carrier gas. The vaporized metal is efficiently introduced into a recovery chamber by carrier gas.

[0267] You may make it equip the 2nd sealed cabin 103 with two or more recovery chambers 115. It may be made to collect the same metals by two or more recovery chambers 115, and adjust gradually the temperature and the pressure in the 2nd sealed cabin 103, two or more metals are made to evaporate alternatively, respectively, two or more recovery chambers 115 are switched, and you may make it collect.

[0268] The temperature in the 2nd sealed cabin 103, a pressure, and an oxygen density are controlled as mentioned above. Therefore, the composition metal of the processing-object object 150 can be made to be able to evaporate according to the vapor pressure, and it can collect by the recovery chamber 115 with a metal state.

[0269] In addition, depending on the grade of disassembly of the composition resin of the processing-object object 150

in the 1st pyrolysis means, a composition resin may discharge decomposition generation gas etc. You may make it such decomposition generation gas connect the latter part of the recovery chamber 115 to the gas cracking unit 30.

[0270] Thus, a predetermined metal can be made to be able to evaporate and can be collected from a processing-object object also in the 2nd sealed cabin 103.

[0271] When the processing-object object 150 is taken out from the 2nd sealed cabin 103 to the exterior of direct equipment 100, there is a possibility that the processing-object object 150 may oxidize quickly. Moreover, it is inconvenient also from a viewpoint of having to return the inside of the 2nd sealed cabin 103 to atmospheric pressure, and holding the airtightness in the 2nd sealed cabin 103. For this reason, with the heating-under-reduced-pressure equipment 100 illustrated to drawing 11, the latter part of the 2nd sealed cabin 103 is equipped with the cooling room 104.

[0272] This cooling room is equipped with the same pressure regulation means as the purge room 101, the 1st sealed cabin 102, and the 2nd sealed cabin 103, and the oxygen density regulation means. That is, it has the same exhaust air system 116 as the above-mentioned, and the carrier gas introduction valve 117.

[0273] The processing-object object 150 with which the metal predetermined in the 2nd sealed cabin 103 was separated is cooled, where it was transported to the cooling room 104 and a pressure and an oxygen density are adjusted. Carrier gas functions also as coolant gas of not only regulation of an oxygen density but the processing-object object 150.

[0274] You may make it arrange the trap 118 for removing the gas discharged by the preheating from a processing-object object between a cooling room 104 and the exhaust air system 116.

[0275] If the processing-object object 150 is enough cooled within 104 in a cooling room, it will take out to the equipment exterior.

[0276] In addition, what is necessary is to take out with introduction of the processing-object object 150 to heating-under-reduced-pressure equipment 100, and for a pusher 130 and DOROWA 131 just to be made to perform a transfer of the processing-object object 150 between each locus.

[0277] The control means which were mentioned above with opening and closing of a septum 105 and which are not illustrated may be made to perform operation of a pusher 130 and DOROWA 131.

[0278] Drawing 12 is drawing showing typically the heating-under-reduced-pressure equipment with which the processor of this invention illustrated to drawing 11 is equipped.

[0279] The signal from 202d of pressure sensors in temperature sensor 201c in pressure-sensor 202a in the purge room 101 which is not illustrated to drawing 11, temperature sensor 201a in the 1st sealed cabin 102, pressure-sensor 202b, the oxygen density sensor 203, and the 2nd sealed cabin 103, pressure-sensor 202c, and a cooling room 104 is transmitted to the control panel 200 which constitutes control means. Control means carry a program in a computer and you may make it constitute it.

[0280] And control means should just control a heating means, a pressure regulation means, and an oxygen density regulation means according to each indoor state in equipment. Moreover, these control means may be made to perform a transfer of opening and closing of a septum 105, a pusher 130, and the processing-object object 150 by DOROWA 131. 210 is a monitor which shows states, such as each indoor temperature, a pressure, and an oxygen density, the switching condition of a septum 105, etc. to an operator. Moreover, 211 is a gas-like excretions processor which processes the gas-like excretions mentioned above.

[0281] (Operation form 4) Drawing 13 is another drawing of the heating-under-reduced-pressure equipment with which the processor of this invention is equipped showing one example roughly. The part was cut and lacked and the internal situation was shown. This heating-under-reduced-pressure equipment 300 also processes the pyrolysis residue of the processing-object object 350 which has a resin and a metal as a component.

[0282] This heating-under-reduced-pressure equipment 300 consists of a purge room 301, a sealed cabin 302, and a cooling room 303. This sealed cabin 300 has the function of the 1st sealed cabin 102 of the heating-under-reduced-pressure equipment 100 illustrated to drawing 11; and the 2nd sealed cabin 103. That is, separation recovery of the predetermined metal is first carried out from the processing-object object 350 in a sealed cabin 302, and separation recovery of still more nearly another metal is carried out by the 302 [same subsequently] in a sealed cabin.

[0283] Although the sealed cabin 302 is equipped with the temperature control means, the pressure regulation means, and the oxygen density regulation means, you may make it adjust an oxygen density with the total pressure in a sealed cabin 302 as mentioned above.

[0284] What is necessary is for an electrical heater 309 and the temperature sensor which is not illustrated just to be made to perform temperature control in a sealed cabin 302.

[0285] What is necessary is for the pressure sensor which is not illustrated with the exhaust air systems 310 and 314 and a carrier gas introduction system just to be made to perform pressure regulation in a sealed cabin 302. 312 is a carrier gas introduction valve.

[0286] Between the sealed cabin 302 and the exhaust air system 310, the recovery chamber 311 which is a

- condensation recovery means for collecting the metals made to evaporate from the processing-object object 330 is arranged. Moreover, between the sealed cabin 302 and the exhaust air system 314, the recovery chamber 315 which is :
- condensation recovery means for collecting the gas of another composition metal which is the processing-object object 350, and which carried out shell evaporation is arranged. When it is not necessary to make the composition metal of a processing-object object evaporate, you may make it arrange two or more recovery chambers 311.
- [0287] About the purge room 301, a cooling room 303, a septum 305, a carrier gas introduction system, a pusher 330, and DOROWA 331, it is the same as that of the heating-under-reduced-pressure equipment 100 illustrated to drawing 11. Moreover, what is necessary is just to make it have similarly about control means.
- [0288] Thus, the criteria of the body which can be processed can open the processor of this invention greatly by combining the portion which pyrolyzes the composition resin of a processing-object object, and the portion which carries out separation recovery of the processing-object object which pyrolyzed the resin to the composition metal. For example, the waste circuit board, a disposable-household-electric-appliances product, shredder dust, etc. are conventionally difficult to process, and it can respond also about the processing-object object with which effective and safe processing technology was not established.
- [0289] For example, processing of a resin covering aluminum foil etc. can collect aluminum in the state of a metal by pyrolyzing a resin portion under controlled atmosphere.
- [0290] Moreover, what is necessary is for processing of a mounting substrate etc. in which electronic parts were carried in the substrate to make a pewter alloy evaporate, to collect them, and just to separate a substrate and electronic parts.
- [0291] (Operation form 5) Drawing 14 is another drawing of the heating-under-reduced-pressure equipment with which the processor of this invention is equipped showing one example typically.
- [0292] This heating-under-reduced-pressure equipment 400 is equipped with the 1st sealed cabin 401 and 2nd sealed cabin 402. The 1st sealed cabin 401 is equipped with the temperature control means which is not illustrated, and is connected to the exhaust air system 403 and the recovery chamber 404. The 2nd sealed cabin is equipped with the temperature control means which is not illustrated, and is connected to the exhaust air system 405 and the recovery chamber 406. Moreover, the carrier gas introduction system 407 is connected to the 1st sealed cabin 401 and the 2nd sealed cabin 402, and regulation of an airtight indoor oxygen density and pressurization can be performed. 408 is a carrier gas reservoir.
- [0293] That is, the heating under reduced pressure of the pyrolysis residue of a processing-object object which has a resin and a metal is carried out in the 1st sealed cabin 401, and the vaporized metals are collected by the recovery chamber 404. What is necessary is just to make it evaporate a desired metal at this time, adjusting the temperature in the 1st sealed cabin 401, a pressure, and an oxygen density, and holding the state of other composition metals of a processing-object object by the control means mentioned above.
- [0294] In the 2nd sealed cabin 402, adjust internal temperature and a pressure, still more nearly another composition metal is made to evaporate, and it collects by the recovery chamber 406. What is necessary is just to make it adjust by the control means same also about the temperature in the 2nd sealed cabin 402, and a pressure as the 1st sealed cabin 401.
- [0295] You may make it arrange a purge room in the preceding paragraph of the 1st sealed cabin 401, or the latter part of the 2nd sealed cabin 402.
- [0296] (Operation form 6) Drawing 15 is another drawing of the heating-under-reduced-pressure equipment with which the processor of this invention is equipped showing one example typically.
- [0297] This heating-under-reduced-pressure equipment 500 is equipment which processes the processing-object object which has a resin and a metal as a component, and is equipped with the purge room 501, the 1st sealed cabin 502, the 2nd sealed cabin 503, the 3rd sealed cabin 504, and the cooling room 505.
- [0298] The purge room 501 is connected to the trap 506 and the exhaust air system 507. The 1st sealed cabin 502 is connected to the recovery chamber 508 and the exhaust air system 509. The 2nd sealed cabin 503 is connected to the recovery chamber 510 and the exhaust air system 511. The 3rd sealed cabin 504 is connected to the recovery chamber 512 and the exhaust air system 513. The cooling room 505 is connected to the trap 514 and the exhaust air system 515. The 1st sealed cabin 502, the 2nd sealed cabin 503, and the 3rd sealed cabin 504 are equipped with the temperature control means which is not illustrated. 516 is a carrier gas introduction system and 517 is a carrier gas reservoir.
- [0299] Moreover, the 1st sealed cabin 502 is equipped with the oxygen density sensor which is not illustrated, and can adjust the oxygen density in a system now independently of total pressure.
- [0300] That is, heating-under-reduced-pressure equipment 500 is equipped with two or more processing rooms for making the composition metal of a processing-object object evaporate. When a processing-object object has two or more composition metals, it can be made to be able to evaporate alternatively, respectively and can collect in the 2nd sealed cabin 503 and 3rd sealed cabin 504.
- [0301] (Operation form 7) Drawing 16 is another drawing of the heating-under-reduced-pressure equipment with which

the heating-under-reduced-pressure equipment of this invention is equipped showing one example typically.

[0302] This heating-under-reduced-pressure equipment 600 is equipment which can process the pyrolysis residue of a processing-object object which has a resin and a metal as a component. This heating-under-reduced-pressure equipment 600 connects two or more recovery systems to one airtight container 601, and switches and processes a recovery system according to the temperature of the airtight container 601 interior, a pressure, and an oxygen density.

[0303] (Operation form 8) Drawing 17 is drawing showing typically the composition of the control system 610 which adjusts the temperature in an airtight container 601, a pressure, and an oxygen density. As mentioned above, all or a part of control means 611 are carried in a computer as a control program, and it may be made to control equipment.

[0304] Two or more recovery chambers 602 which collect the gas which the composition metal of a processing-object object evaporated are connected to an airtight container 601, and each recovery chamber 602 is connected to the exhaust air system 603.

[0305] Two or more recovery chambers 605 which collect the composition metals of the processing-object object made to evaporate within an airtight container 601 are connected to an airtight container 601, and each recovery chamber is connected to the exhaust air system 606.

[0306] You may make it two or more recovery chambers 605 connected to the airtight container 601 collect the same metals. Moreover, you may make it collect two or more metals with which vapor pressure (boiling point) differs, respectively by switching according to the temperature in an airtight container 601, and a flow and pressure requirement.

[0307] Moreover, the carrier gas introduction system is connected to the airtight container 601. 607 is a carrier gas reservoir. The oxygen density in an airtight container 601 can be adjusted independently of total pressure by introduction of carrier gas, such as N₂ and Ar. Moreover, you may make it pressurize the inside of an airtight container 601 by introducing the carrier gas pressed beforehand. By heating a processing-object object in a non-oxidizing atmosphere, the temperature up efficiency of a processing-object object improves.

[0308] Moreover, you may make it adjust the oxygen density in an airtight container 601 with total pressure.

(Operation form 9) Drawing 18 is another drawing of the recovery system of the heating-under-reduced-pressure equipment with which the processor of this invention is equipped showing one example typically.

[0309] Although this heating-under-reduced-pressure equipment is the same composition as the heating-under-reduced pressure equipment illustrated to drawing 16, illustration of portions other than a recovery system is omitted.

[0310] The recovery room 611 separated by the septum 610 in which an airtight container 601 and opening and closing are possible is arranged. This recovery room 611 is equipped with the temperature control means which is not illustrated. You may make it connect a carrier gas introduction system to the recovery room 611.

[0311] And the exhaust air system 606 is connected with the recovery chamber 605 at this recovery room 611.

[0312] If the inside of an airtight container 601 becomes the temperature and the flow and pressure requirement which a predetermined metal evaporates, a septum 610 will be opened, the processing-object object 612 will be introduced to the recovery room 611, and a septum 610 will be closed. And what is necessary is to maintain thermal stress conditions, to make the metal evaporated by the recovery chamber 605 condense, and just to collect them.

[0313] If it has such a recovery room 611, while collecting metals from a processing-object object at the recovery room 611, terms and conditions, such as temperature in an airtight container 601, a pressure, and an oxygen density, are controllable independently of the recovery room 611. Therefore, the employment efficiency of equipment improves.

[0314] You may make it arrange such a recovery room in heating-under-reduced-pressure equipment which was illustrated to drawing 11, drawing 13, drawing 14, and drawing 15.

[0315] Drawing 19 is drawing showing typically a recovery system including the recovery room 901 linked to the heating-under-reduced-pressure equipment 100 illustrated to drawing 11.

[0316] The recovery room 901 is connected to the 2nd sealed cabin 103 of heating-under-reduced-pressure equipment 100, and it is separated between the 2nd sealed cabin 103 and the recovery room 901 by the septum 902 which can be opened and closed. The recovery room 901 is equipped with the temperature control means which is not illustrated.

Moreover, you may make it connect a carrier gas introduction system. The recovery chamber 115 and the exhaust air system 114 are connected to the recovery room 901. Moreover, you may make it connect the recovery chamber 115 and the exhaust air system 114 in parallel [the recovery room 901]. [0317] (Operation form 10) Drawing 20 and drawing 21 are drawings of the structure of a recovery chamber showing one example roughly.

[0318] As for drawing 20, drawing 21 shows the cyclone type recovery chamber for the recovery chamber of counterflow structure, respectively. A recovery chamber just condenses the metal made to evaporate from a processing object object. Moreover, you may make it connect these recovery chambers to multi-stage. Drawing 12 is drawing of the composition of the exhaust gas processor which processes the exhaust gas which is discharged from a processing-object object and collected neither by the recovery chamber nor the recovery chamber showing one example roughly. The multi-offgas treatment filter 1201, the smokeless-ized filter 1202, and the no odor-ized filter 1203 are connected to

the latter part of recovery systems, such as a recovery chamber or a recovery chamber. You may make it have the alkali trap which collects for example, halogen gas etc. besides this, a halogenated-hydrocarbon cracking unit using the catalyst etc., etc.

[0319] Thus, a composition resin disassembles the processing-object object with which the processor of this invention has a resin and a metal as a component (evaporation, oil-izing, carbonization), a composition metal can be made to be able to evaporate and separation recovery can be carried out from a processing-object object.

[0320] (Operation form 11) Below, the processing which removes lead is explained from the body which has lead and resin as a part of component.

[0321] this invention can process effectively the body of a component with which lead and the resin were used in part at least. For example, lead is removable from the electronic equipment by which the alloy containing lead, such as an Pb-Sn system pewter alloy, was used, the electronic parts of an automobile, etc.

[0322] in this invention, they are evaporation, oil-izing, and ** that pyrolyzes in carbonization etc., is made to evaporate lead and subsequently separates it from this pyrolysis residue about a resin portion with the 1st pyrolysis means first. What is necessary is just to collect the lead made to evaporate. You may make it use for equipment the processor of this invention which was described until now.

[0323] First, a processing-object object is pyrolyzed so that the lead of a processing-object object may not oxidize as much as possible, and so that it may not evaporate as much as possible.

[0324] Melting etc. happens from about 50 degrees C, and if a resin is held at about 200-600 degrees C, it will mainly discharge the hydrocarbon system gas of C1-C8 by decomposition. What is necessary is just to collect gas-like excretions, such as decomposition generation gas of such a resin, by the gas-like excretions processor mentioned above.

[0325] As for the pyrolysis process of a processing-object object, it is desirable to adjust an oxygen density and to carry out by the reducing atmosphere, as stated so far. By adjusting an oxygen density, the recovery efficiency of the decomposition generation gas of a resin improves. Moreover, leaden oxidation can be prevented. Since a lead oxide evaporates at temperature lower than lead, by adjusting an oxygen density, it can prevent leaden scattering and can collect lead more positively at a back process. Furthermore, generating of the dioxin in a gas-like excretions processor can be suppressed.

[0326] Thus, the pyrolyzed processing-object object is introduced in a heating-under-reduced-pressure means, adjusts temperature and a pressure, and makes lead evaporate from a processing-object object. When metals, such as iron, copper, aluminum, and tin, are contained in addition to lead, it is made for a processing-object object just to make each metal evaporate alternatively according to the difference of vapor pressure.

[0327] The temperature which lead evaporates changes with the pressures in an airtight container. Under atmospheric pressure, the vapor pressure of iron, copper, and tin does not reach 1mmHg to the vapor pressure of the lead at the time of heating at 1400 degrees C being 84mmHg(s), either. Therefore, only a lead steam can be mostly generated alternatively from a body by heating a body at about 1400 degrees C.

[0328] Moreover, in the vapor pressure of tin, the vapor pressure of 15mmHg(s) and copper does not reach 3mmHg(s) to the vapor pressure of the lead in 1740 degrees C being 760mmHg(s), for example, either. Therefore, only a lead steam can be mostly generated alternatively from a processing-object object also by heating a body at about 1740 degrees C.

[0329] Moreover, the lead in a processing-object body can be made to evaporate at still lower temperature by heating a processing-object object under reduced pressure.

[0330] If a pressure is adjusted to 10-1Torr, only a lead steam can be mostly generated alternatively from a processing-object object by heating at about 827 degrees C.

[0331] Moreover, if a pressure is adjusted to 10-3Torr, only a lead steam can be mostly generated alternatively from a processing-object object by heating at about 627 degrees C.

[0332] Furthermore, if a pressure is adjusted to 10-4Torr, only a lead steam can be mostly generated alternatively from a processing-object object by heating at about 427 degrees C. Thus, what is necessary is for the lead steam generated alternatively to be the recovery system cooled below to the leaden melting point, and just to collect them as metal lead.

[0333] Drawing 22 is a graph which shows the relation between leaden vapor pressure and temperature. If the inside of the airtight container of a heating-under-reduced-pressure means is decompressed, it turns out that the leaden boiling point falls.

[0334] What is necessary is just to adjust heating temperature according to the pressure in an airtight container based on this graph. Moreover, it carries in a computer, for example by considering this relation as a program, and you may make it use as control means of the processor of this invention mentioned above.

[0335] (Operation form 12) Here, the example which processed the mounting substrate carried in the circuit board with

the pewter alloy with which various electronic parts contain Pb as one example of a body which has lead and a resin as a component as a processing-object object is explained.

[0336] Drawing 23 is drawing showing such a mounting substrate 1300 typically.

[0337] Electronic parts 1304 are carried in the circuit board 1303 to which the laminating of copper foil 1301 and the resin 1302 was carried out. The packaging of these electronic parts 1304 is carried out by the resin 1305. And the end-connection child 1306 and copper foil of electronic parts which consist of a Cu alloy are joined with the Pb-Sn system pewter alloy 1307. Although end-connection child 1306 front face of electronic parts may be plated with the pewter alloy, it can process similarly.

[0338] First, with the 1st pyrolysis means, an oxygen density is adjusted, the mounting substrate 1300 is heated, and resins 1302 and 1303 are pyrolyzed. Although the composition resin of a printed circuit board is generally thermosetting resin and many are carbonized, the gas-like excretions which still contain a lot of decomposition generation gas are generated. The same is said of the packaging resin 1303 of electronic parts. By the gas-like excretions processor mentioned above, gas-like excretions turn harmless and are reused as clean fuel gas.

[0339] Drawing 24 is drawing showing the pyrolyzed mounting substrate 1300 typically.

[0340] In this state, many of composition resins of a mounting substrate are carbonized. Moreover, lead does not disperse by adjusting an oxygen density.

[0341] Subsequently, the pyrolyzed processing-object object is introduced to a heating-under-reduced-pressure means, the temperature and the pressure in an airtight container are adjusted, and the lead in a processing-object body is made to evaporate alternatively. What is necessary is just to decide temperature and a pressure based on drawing 22. It is more desirable to decompress the inside of an airtight container. This is because the composition metal of the processing-object object of becoming [since lead evaporates at low temperature, injection energy ends few, and / an oxygen density / small] lead, and others does not oxidize. What is necessary is to introduce carrier gas, such as N₂ and Ar, and just to adjust the oxygen density in an airtight container, when there is a possibility that the composition metal of a processing-object object may oxidize.

[0342] The more it decompresses the inside of an airtight container, the more lead is evaporated at low temperature. Drawing 25 is drawing showing typically signs that it evaporates while lead 1308 has been in a metal state.

[0343] Only lead is alternatively vaporizable by adjusting the temperature in an airtight container, and a pressure. What is necessary is making it just make such a metal evaporate previously, when a metal with the boiling point lower than lead is contained in a processing-object object.

[0344] Thus, lead is removable from the mounting substrate 1300 which is a processing-object object. Moreover, by processing mounting substrates, such as a lot of waste electronic equipment which society holds, it can process as domestic wastes and environment is not polluted according to leaden elution. Moreover, separation of composition metals other than lead also becomes easy, and can be used as resources. A composition resin is also recoverable as a valuable oil or carbide. You may make it use this carbide as fertilizer and activated carbon.

[0345] Although even the place which removes lead from the mounting substrate 1300 was explained, the temperature in an airtight container and a pressure are adjusted further, and you may make it make composition metals other than the lead of a processing-object object evaporate here.

[0346] For example, the circuit board 1303 and electronic parts 1304 are separable from the processing-object object from which lead was removed by making the tin which constituted the pewter alloy further evaporate.

[0347] Drawing 26 is drawing showing typically signs that made tin evaporate and the circuit board 1303 and electronic parts 1304 dissociated.

[0348] Thus, by removing lead or separating the circuit board 1303 and electronic parts 1304, the complexity which a processing-object object has decreases and subsequent processing becomes easy. The electronic parts separated from the circuit board adjust the temperature in an airtight container, and a pressure, and for example, it is contained in the circuit board 1303 and electronic parts 1304, metals, such as Au, Ag, Pt, Bi, In, Ta, nickel, Cr, Cu, aluminum, W, Mo, Co, and Pd, are made to evaporate, and you may make it collect them. It is more efficient to perform such recovery with a heating-under-reduced-pressure means by which another metals with more low vapor pressure can be collected after separating the circuit board 1303 and electronic parts 1304.

[0349] Drawing 27 is drawing showing the boiling point (vapor pressure) pressure dependency of various metals. This drawing can be shown as one example of a recoverable metal, and can carry out recovery possible [of the metal which is not illustrated]. Drawing 28 is drawing showing the temperature dependence of the free energy of formation of an oxide. The element shown in drawing 28 can be shown as one example, and the data about elements other than this can also be easily obtained in calculation or a database. What is necessary is for ***** to use for drawing 22 the relation shown in drawing 27 and drawing 28 with the relation between the leaden boiling point (vapor pressure) and a pressure, for example, just to control the temperature in an airtight container, a pressure, and an oxygen density. Moreover, it carries in a computer, for example by considering this relation as a program, and you may make it use as

control means of the processor of this invention mentioned above.

[0350] (Operation form 13) Drawing 29 is drawing of the equipment which uses the lead and the resin of this invention for lead removal of the processing-object object which it has as a component showing one example typically. You may make it equipment use the processor of not only the equipment illustrated to drawing 29 but this invention which was described until now.

[0351] This processor 2000 is equipped with the pyrolysis furnace 2001 and the heating-under-reduced-pressure furnace 2002. This pyrolysis furnace 2001 is equipped with the oxygen density control unit 2003 and the heating apparatus which is not illustrated. And it is constituted so that predetermined-time maintenance may be carried out at predetermined temperature by the control section which omitted illustration.

[0352] The gas-like excretions containing the hydrocarbon system gas discharged by heating of the processing-object object 2004 from a composition resin are reformed and pyrolyzed at an elevated temperature (here 1200 degrees C) which dioxin decomposes by the gas resolver 2005, and it quenches them to 35 degrees C immediately after in a cooling tower 2006. Generation and the gas-like excretions cooled so that it might not be re-compounded use an alkali water shower washing station etc., and dioxin can neutralize and wash and can reuse them as fuel gas.

[0353] The heating-under-reduced-pressure furnace 2002 is a vacuum heating furnace, and has the lead recovery chamber 2007 and the exhaust 2008.

[0354] A processing-object object is sent to the pyrolysis furnace 2001 and the heating-under-reduced-pressure furnace 2002 in order by the transfer meanses 2009, such as a conveyer. Between the pyrolysis furnace 2001 and the heating-under-reduced-pressure furnace 2002, it has the purge room which is not illustrated.

[0355] The residence time in the pyrolysis furnace 2001 of these processing-objects object and the heating-under-reduced-pressure furnace 2002, heating temperature, the pressure, and the oxygen density are controlled by the control section which is not illustrated, respectively.

[0356] In the pyrolysis furnace 2001, the processing-object object 2004 is discharged by the temperature of 200 degree C - about 600 degrees C as gas-like excretions which a temperature up and the resinous principle which is a part of component of the processing-object object 2004 pyrolyze by being held, and contain the hydrocarbon gas of C1-C8, and it is introduced to a gas-like excretions processor.

[0357] Next, the processing-object object 2004 is sent to the heating-under-reduced-pressure furnace 2002, for example, is decompressed to the pressure of about 10 to 5 Torrs, makes temperature about 427 degrees C, and holds this state. The lead in a processing-object body is evaporated from a processing-object object as steamy lead. The gas discharge section is prepared in the upper part of the heating-under-reduced-pressure furnace 2002, and the steamy lead emitted from the processing-object object is made to condense as metal lead by the fall of vapor pressure. The crystallized metal lead is deposited within the lead recovery chamber 2005, and is collected. Moreover, the carrier gas induction prepared in the heating-under-reduced-pressure furnace 2002 in order to send steamy lead into the lead recovery chamber 2005 efficiently from the heating-under-reduced-pressure furnace 2002 to N2 Gas with inactive Ar etc. is introduced and steamy lead is sent into the lead recovery chamber 2005 with carrier gas.

[0358] The processing-object object from which it passed through the heating-under-reduced-pressure furnace 2002, and lead was removed is sent to the residue receptacle section 2010. Since heavy metal which had carbonized the resinous principle of a processing-object object nearly completely, and was contained in the processing-object body, such as lead and zinc, is also removed, the processing-object object has turned harmless and after treatment is easy. When still more nearly another useful metal etc. is contained in this processing-object object, these metals are classified and you may make it collect them with a gravity concentration method, an electric magnet, etc. Moreover, it is reusable as the activated carbon with which it was harmless with the activated carbon and the carbide of a high grade was excellent in the property and the soil conditioner which passed the heating-under-reduced-pressure means.

[0359] (Operation form 14) Next, the example which processed the electronic equipment which contains a pewter as a processing-object object is explained using the processor 2000 of the above-mentioned composition.

[0360] It is more desirable to introduce as it is without crushing in processing of a mounting substrate although you may make it crush with pretreatment the electronic equipment which is the processing-object object 2004.

[0361] The pyrolysis furnace 2001 is held mostly at the anoxia state, and made electronic equipment pile up for about 60 minutes the degree of furnace temperature of about 500 degrees C - about 600 degrees C. The composition resin which occupies about 40% of the percentage of electronic equipment was discharged as gas-like excretions which pyrolyze at the pyrolysis furnace 2001 and contain hydrocarbon gas, or was carbonized.

[0362] Moreover, in the pyrolysis furnace 2001, to metals which occupy about 50% of percentage, such as iron, copper and aluminum, and the composition metal of the mounting substrate which occupies about 10% of percentage, it hardly evaporated, and did not oxidize to them again.

[0363] The electronic equipment which pyrolyzed the composition resin was conveyed at the heating-under-reduced-pressure furnace 2002 through the purge room, without being cooled. The heating-under-reduced-pressure furnace

2002 held the pressure in about about 10 to 3 Torr, and temperature of about about 627 degrees C, and made electronic equipment pile up about about 60 minutes.

[0364] The alloy is used for the mounting substrate which occupies about 10% of electronic equipment for about 5 - 10% of pewter of a substrate weight. Moreover, about 40 wt(s)% of this pewter alloy is lead.

[0365] That is, into electronic equipment, 0.2 - 0.4% of lead is used as a part of component. This lead was evaporated as evaporation lead at the heating-under-reduced-pressure furnace 2002, was sent into the lead recovery chamber 2005 with carrier gas, and was collected as metal lead.

[0366] In order to raise leaden recovery, it is desirable to lengthen the residence time of the lead steam in the lead recovery chamber 2005 interior as much as possible. In this example, leaden recovery was 98%. There were few impurities and they were able to reuse the collected lead as a valuable metal.

[0367] The hydrocarbon gas pyrolyzed and discharged at the pyrolysis furnace 2001 is sent into the gas resolver 2005 of the gas-like excretions processor mentioned above, and is reformed and pyrolyzed in the corks heated by about 1200 degrees C, and it quenches it by 8sec(s) to 35 degrees C immediately after. The cooled gas-like excretions are neutralized and filtered with the bag filter which is a neutralization filter, are washed further, and are reused as fuel gas. With this operation form, 40% of electronic equipment is constituted by the resin, and it gets down. Although the recovery of a resin changed with components of a composition resin, about 90% of the weight ratio was reused as fuel gas, and it remained as a residue which about 10% becomes mainly from carbide.

[0368] Moreover, since metals, such as iron, copper, aluminum, etc. which occupies about 50% of percentage of electronic equipment, can oxidize neither at the pyrolysis furnace 2001 nor the heating-under-reduced-pressure furnace 2002 and can be collected in the state of metal, its reuse value is high. The residue discharged by the residue receptacle section 30 in this example had the main carbide residue of iron, copper and aluminum, and a resin.

[0369] Drawing 30 is drawing of the septum 2101 which can be opened and closed and which maintains the airtightness and adiathermancy of the pyrolysis furnace 2001 and the heating-under-reduced-pressure furnace 2002 of the processor 2000 illustrated to drawing 29 showing one example typically. A septum 2101 is operated by the wire 2102 and the loop wheel machine 2103.

[0370] You may make it equip the position of each septum 2101 with a vacuum door and a heat insulation door separately. For example, septum 2101b is used as a vacuum door, and you may make it arrange the heat insulation door which can be the same with the pyrolysis furnace [of this door] 2001, and heating-under-reduced-pressure furnace 2002 side, and can be opened and closed.

[0371] (Operation form 15) Next, various electronic equipment, an automobile, a precision mechanical equipment, stationery, medical supplies, a food package, etc. are begun, the resin used in large quantities and the waste (shredder dust is included) containing a metal are taken up as a processing-object object, and the processing system is explained. What is necessary is just to use about equipment the processor of this invention mentioned above.

[0372] Since separation recovery is difficult for the waste containing such a resin and a metal, it is destroyed by fire and reclamation processing of it is carried out general. In the processing system of this invention, within the same equipment, a composition metal is made to evaporate and are collected in the state of a metal with pyrolysis (evaporation, oil-izing, carbonization) of the composition resin of waste.

[0373] In processing of this invention, the waste which contains a resin and a metal first is introduced in a pyrolysis furnace. And for recovery of a resin portion, an oxygen density is adjusted and a pyrolysis is performed. Subsequently, a pyrolysis residue is introduced into a heating-under-reduced-pressure furnace, and the reduced pressure and heating for evaporation recovery of a metal are performed.

[0374] Drawing 31 is drawing of the heating-under-reduced-pressure means of this invention which can be used with this processing system showing one example typically. The waste containing a resin and a metal is held in an airtight container 2201, and the injection shelf 2202 with which temperature up efficiency consists of a good heat-resistant high metal etc. is formed in the airtight container. 2203 is a door which opens and closes an airtight container 2201. The heating apparatus 2204, such as a sheath heater, are formed in the airtight container, and it is operated with a control panel 2205 with the pressure in an airtight container, and an oxygen density. 2206 is a sensor and is transmitted to a control panel 2205 by making the temperature in an airtight container 2201, a pressure, and an oxygen density into a signal.

[0375] The airtight container 2201 is connected to the exhaust 2208. Between an airtight container 2201 and the exhaust 2208, the metal recovery systems 2209 and 2210 which are the recovery systems of the composition metal of waste are arranged. You may make it equip a metal recovery system with the cyclone separator equipped with for example, the cooling means.

[0376] The waste which is the processing-object object pyrolyzed at the pyrolysis furnace is fed into the injection shelf 2202 in which it was prepared in the airtight container 2201, a door 2203 is shut and sealed, and where a recovery system is closed at first, heating (400 degrees C) and pressurization (3atm) are started. In this case, temperature up

efficiency is better than heating in the reduced pressure state, and it contributes to the temperature up efficiency at the time of being a heating under reduced pressure at the time of next metal recovery.

[0377] And the inside of an airtight container 2201 is decompressed to the pressure of about 10 to 3 Torrs with the exhaust, it heats according to a metaled kind more than the boiling point of an alloy, and the condensation means which the metal was evaporated and was arranged in the middle of the metal recovery systems 2209 and 2210 recovers. In this case, since metaled evaporating temperature becomes low from an ordinary pressure, comparatively low heating temperature is sufficient, and since it is hard to oxidize, recovery efficiency is good.

[0378] Although it has two metal recovery systems at the heating-under-reduced-pressure furnace illustrated to drawing 31, you may make it collect two or more metals by making it use simultaneously, switching and using two lines corresponding to the thermal stress conditions in an airtight container.

[0379] Thus, according to the processing system of this invention, thermal efficiency is good and processing cost is low. Moreover, the recovery of a metal with high purity is high by vacuum heating.

[0380] (Operation form 16) Next, various electronic equipment, an automobile, a precision mechanical equipment, etc. are begun, the waste of a mounting substrate with which various electronic parts were carried in the circuit board used in large quantities is taken up as a processing-object object, and the processing is explained. What is necessary is just to use about equipment the processor of this invention mentioned above. Drawing 32 is drawing showing typically the processing scheme of a mounting substrate which used the processor of this invention.

[0381] This processing system carries out separation recovery of the electronic parts efficiently from the mounting substrate in which various electronic parts, such as IC, LSI, a resistor, and a capacitor, were carried. Moreover, it is the system which carries out separation recovery and which is resources-sized also about the composition resin of the mounting substrate which consists of the circuit board, electronic parts, etc., and a composition metal.

[0382] The separation from the circuit board of electronic parts was difficult for the waste of such a mounting substrate and a different material was the body unified intricately and the processing was difficult for the mounting substrate. For this reason, reclamation processing, incineration processing, etc. were common.

[0383] this invention sets, it introduces into a pyrolysis furnace, without crushing a mounting substrate probably, and a mounting substrate is pyrolyzed. The resinous principle of the substrate which constitutes a mounting substrate, or electronic parts is carbonized while it is pyrolyzed and discharges gas-like excretions. The package resin of electronic parts is also disassembled, it becomes very weak, and separation with the element in a package will be in an easy state. At this time, what is necessary is just made to perform the temperature in a pyrolysis furnace, and an oxygen density or conditions which heavy metal, such as lead, evaporates or do not oxidize.

[0384] What is necessary is just to process gas-like excretions like the above-mentioned. What is necessary is to make it condense by gas-like excretions processors, such as for example, a cooling means, and just to introduce this condensate into a heating-under-reduced-pressure furnace with a pyrolysis residue, when heavy metal, such as lead, is contained in gas-like excretions. Moreover, when chlorine is contained in gas-like excretions, the iron which carried out heating at high temperature is made to contact, and you may make it collect as ferric chloride.

[0385] Thus, the mounting substrate which is the pyrolyzed processing-object object is introduced into a heating-under-reduced-pressure furnace, adjusts the temperature in an airtight container, a pressure, and an oxygen density according to the metal to collect, and collects desired metals. For example, the alloy (for example, Pb-Sn alloy) which had joined the circuit board and electronic parts is made to evaporate. As for an alloy, it is desirable respectively also from a viewpoint of recycling to make it evaporate alternatively with vapor pressure, and to dissociate.

[0386] If the alloy which has joined the circuit board and electronic parts evaporates, electronic parts will be separated from the circuit board. moreover -- the case where a junction metal fuses in a pyrolysis furnace and junction is already canceled -- these junction metal components (for example, lead, tin, etc.) -- a processing object -- since it is held inside of the body, these metals can be made to be able to evaporate and separation recovery can be carried out from a processing-object object

[0387] Various metals, such as Zn, Sb, Au, Pt, nickel, Cr, Cu, aluminum, Mo, W, Ta, etc. which are contained not only in the junction alloy which has joined the circuit board and electronic parts but in a mounting substrate, are made to evaporate, and it may be made to carry out separation recovery. Since a metal is not used as an oxide but can be collected in the state of a metal, its utility value is high.

[0388] In order to gather temperature up efficiency, a pewter alloy decompresses the inside of an airtight container by the exhaust air means, and heats further (for example, about 400 degrees C), and you may make it condense with the condensation means established in the middle of the recovery path after heating to the temperature (for example, about 200 degrees C) which seldom oxidizes in the case of evaporation of a pewter alloy.

[0389] According to this system, as shown in drawing 26, the pewter alloy of a mounting substrate is removed completely, and the pewter of lead-terminal portions, such as IC, LSI, a resistor, and a capacitor, is also removed completely. For this reason, it can make easy the next circuit board and recycling of electronic parts, and electronic

parts are not only separable from a substrate, but can raise value.

[0390] It can be evaporated and carbonized, or the composition resin of a mounting substrate can become an intermediate product, and can be used effectively.

[0391] If copper and carbide remain as a processing residue of a heating-under-reduced-pressure furnace, a calcium-carbonate solution etc. separates copper and carbide, for example, and you may make it wash this copper by the wash water subsequently.

[0392] Since the composition metal of a pewter alloy evaporates according to the degree of vacuum in an airtight container and it evaporates at such low temperature that a degree of vacuum is high, its furnace wall of a processor etc. is not hurt.

[0393] If a mounting substrate is reclaimed land from and processed, poisonous metal, such as Pb in a pewter alloy and Sb, will be eluted by acid rain etc., and soil and a river will be polluted. Moreover, spontaneous decomposition of most resins is not carried out, but it has a problem semipermanently also from the field of not only shortage of the remaining disposal plant but environmental preservation. According to the processing system of this invention, these problems are solvable.

[0394] Separation recovery can be carried out and the various metals furthermore contained in the circuit board or electronic parts can be resources-ized. In these metals, the metal with fear of a resources exhaustion and the rare metal with the small element abundance of earth crust are also contained. Therefore, it enlarges collecting these metals and it is carried out to solution of the resources with which mass consumption society is faced, and energy problems.

[0395] (Operation form 17) Next, copper foil and a resin take up the circuit board by which the laminating was carried out as a processing-object object, and the processing system is explained.

[0396] The so-called copper clad laminate is sufficient as the circuit board, and the tape carrier package of TAB (Tape Automated Bonding) etc. is [FUREKISHIBU being a substrate or] sufficient as it. Moreover, the copper clad laminate produced in the manufacturing process of the circuit board cuts off, and you may make it process a portion.

Furthermore, you may make it process the circuit board which separated electronic parts and the junction alloy from the mounting substrate, as explained so far.

[0397] Moreover, although the circuit board is taken up and explained here, if it is the body which has copper and a resin as a component, it can process similarly.

[0398] It is as [separation / of the pewter alloy from a mounting substrate, and electronic parts] above-mentioned. It is as [disassembly / of the composition resin of a mounting substrate] above-mentioned.

[0399] In order that this processing system may separate copper foil and a resin efficiently, the circuit board is heated under the conditions of not oxidizing and the composition resin of the circuit board is processed by the gas-like excretions processing-object ***** system as gas-like excretions.

[0400] Copper foil is mostly collected as a pure metal. Impurities, such as carbide adhering to copper, may be made to perform methods, such as carrying out mixed rotation with washing, vibration, and detailed sand if needed. Equipment should just use the processor of this invention.

[0401] Drawing 33 is drawing showing typically the circuit board 2300 which is a processing-object object. This circuit board 2300 is a two-layer board, and the laminating of copper foil 2301 and the resin 2302 is carried out in one body.

[0402] The circuit board 2300 is introduced in a pyrolysis furnace, the temperature in a pyrolysis furnace and an oxygen density are adjusted, and a resin 2302 is pyrolyzed so that copper 2301 may not oxidize (evaporation, oil-izing, carbonization). the gas-like excretions containing the decomposition generation gas of a resin 2302 are processed by the gas-like excretions processor -- having -- harmless-izing -- clean -- it is fuel-gas-ized

[0403] Drawing 34 is drawing showing typically the circuit board 2300 after pyrolyzing a composition resin. Many of resins exist as carbide.

[0404] Although you may make it separate mechanically the resin 2302 carbonized in this state, in this invention, introducing into a heating-under-reduced-pressure furnace the pyrolysis residue of the circuit board which mainly consists of metal copper and carbide, and adjusting the pressure or oxygen density in an airtight container, temperature is heated to temperature higher ten numbers than the copper melting point, and melting is carried out so that it may not oxidize and copper may not be evaporated. The copper 2301 of a liquid state is set to granular copper 2301b by the surface free energy (surface tension) (drawing 35). If it cools in this state, separation recovery of copper is still easier. For example, although the melting point of the copper in 760Torr(s) is 1080 degrees C, copper can be collected granular by heating the temperature in an airtight container at about (in the case of 760Torr) 1150 degrees C.

[0405] Thus, most copper foil can be collected by heating the circuit board under reduced pressure or in a non-oxidizing atmosphere, without oxidizing. In addition, you may make it washing etc. remove impurities, such as carbide which adhered to the front face if needed.

[0406] Thus, according to the processing system of this invention, separation recovery of the copper can be carried out in the state of a metal from the body which a resin and copper unified. Moreover, a resin is also recoverable as an oil

and carbide.

[0407] (Operation form 18) Next, the resin covering aluminum foil with which the laminating of an aluminum foil and the resin was carried out is taken up as a processing-object object, and the processing system is explained.

[0408] Such a resin covering aluminum foil is broadly used for the packing container of food and medical supplies, the heat insulator, etc. including the packing container of pouch-packed foods, such as a bag, curry, etc. of potato chips.

[0409] Since the resin and the aluminum foil are unifying, such a resin covering aluminum foil is difficult to process, and is processed by reclamation and incineration. If incineration processing is carried out, aluminum will become an oxide and the value as resources will fall remarkably.

[0410] Immense energy is supplied to refinement of aluminum and what is not recycled is waste of energy.

[0411] this invention pyrolyzes a composition resin by heating a resin covering aluminum foil, adjusting an oxygen density in a pyrolysis furnace, with the oxidation state of aluminum held.

[0412] That is, in order to separate an aluminum foil and a resin efficiently, under a reduced pressure condition or the conditions of not oxidizing, a resin covering aluminum foil is heated and gas-like excretions are processed like the above-mentioned. Aluminum foils are mostly collected as a pure metal. Impurities, such as carbide adhering to aluminum, may be made to perform methods, such as carrying out mixed rotation with washing, vibration, and detailed sand if needed.

[0413] Moreover, when other metals, such as zinc, are contained in this aluminum foil, to introduce into a heating-under-reduced-pressure furnace further, and to carry out a heating under reduced pressure, and to make it evaporate alternatively and what is necessary is just made to carry out separation recovery.

[0414] Drawing 36 is drawing showing the resin covering aluminum foil 2600 typically. The resin 2601 and the aluminum foil 2602 are unifying.

[0415] The resin covering aluminum foil 2600 which is a processing-object object first is introduced to the pyrolysis furnace of the processor of this invention, and the resin covering aluminum foil 2600 is heated and pyrolyzed at 400-650 degrees C, controlling temperature and a flow and pressure requirement.

[0416] The low temperature of disassembly of a composition resin was more inadequate than 400 degrees C, and since aluminum foil fused at the elevated temperature from 650 degrees C, such a temperature requirement was defined.

[0417] Drawing 37 is drawing showing typically the appearance of the resin covering aluminum foil after disassembling the composition resin 2601, and is in the state where carbide 2602b which is a pitch solution product has adhered to the aluminum foil 2601 of a metal state. In this state, carbide 2602b exfoliates from an aluminum foil easily only by touching. Therefore, an aluminum foil is easily recoverable in the state of a metal (refer to ??667>:///&N0001=37&N0552=9&N0553=000040"
TARGET="tjitemdrw"> drawing 38). Generally, the composition resin of a resin covering aluminum foil is thermoplastics, can process the portion of large ** as gas-like excretions, and can fuel-gas-ize it. The carbide of a composition resin was easily separable with the aluminum foil. Moreover, aluminum held the metallicity.

[0418] Thus, most aluminum can be collected by heating a resin covering aluminum foil in a non-oxidizing atmosphere, without oxidizing. In addition, you may make it washing etc. remove impurities, such as carbide which adhered to the front face if needed.

[0419]

[Effect of the Invention] As explained above, the processor of this invention and an art can process the processing-object object containing a resin and a metal safely and efficiently. According to this invention, a toxic substance is not made to emit a home electrical-and-electric-equipment product, an automobile, a precision mechanical equipment, etc. into environment, and it can harmless-turn or separation recovery of the toxic substance can be carried out. Moreover, including a toxic substance and its generation source matter, if this invention is burned, it can collect the matter which can prevent natural environment destruction and can be reused from a processing-object object like the waste which generates the toxic substance of dioxin in the state of a high grade. When this invention is reformed and pyrolyzed at a elevated temperature into which dioxin decomposes the gas-like excretions made to discharge from a processing-object object, dioxin shortens the residence time in generation and the temperature field re-compounded as much as possible from this state and dioxin quenches to generation and the 3rd temperature which is not re-compounded, the dioxin concentration in gas-like excretions can be reduced greatly. Moreover, while processing the 1st pyrolysis, the 2nd pyrolysis, or reforming in two stages of the 1st temperature and the 2nd temperature, by performing these by the reducing atmosphere, the generation source concentration of dioxin can be reduced sharply and can reduce the dioxin concentration in gas-like excretions greatly.

[0420] a resinous principle is clean, without generating toxic substances, such as dioxin, from heavy metal and the difficult waste of processing containing the generation source of dioxin according to this invention, including a resin and metals, such as shredder dust, -- it can collect by the high grade, without fuel-gas-izing and emitting detrimental heavy metal, such as lead, an arsenic, and cadmium, into environment

[0421] According to this invention, a toxic substance cannot be made to be able to emit the difficult waste of processing like a mounting substrate, a toxic substance can be removed, and it cannot be based on a help, but can separate into the circuit board and electronic parts, such as various kinds IC, and a resistor, a capacitor, easily. Simultaneously, heavy metal, such as lead, and other metals can be made to be able to evaporate, and can be collected in the state of the metal of a high grade. Moreover, the metal and copper which constitute the circuit board etc. are recoverable by the high grade. It can carbonize and the resin section can attain recycling to *****, such as being utilizable for the active principle of activated carbon and soil. Moreover, the processor of this invention and an art can make lead able to evaporate, and can be removed from the body containing lead. Moreover, lead is removable also from the body containing lead and a resin. a resin -- carbide -- it can fuel-gas-ize and can collect By removing lead, environmental pollution can be prevented and the bad influence to health can be prevented. Moreover, shortage of a garbage dump is cancelable.

[0422] Moreover, the processor of this invention and an art can make a metal able to evaporate also from the body containing a resin and a metal, and can be collected in the state of a metal. a resin -- carbide -- it can fuel-gas-ize and can collect

[0423] Moreover, the processor of this invention and an art can make the junction metal of the body joined with the metal able to evaporate, and can remove a junction metal. Moreover, the junction alloy of the body joined with the alloy can be made to be able to evaporate, and a junction metal can be removed. the case where a body contains a resin -- a resin -- carbide -- it can fuel-gas-ize and can collect

[0424] Moreover, the processor of this invention and an art can make the composition metal of the pewter alloy of the body joined with the pewter alloy able to evaporate, and can remove a junction metal. Even when a pewter alloy contains detrimental lead, separation recovery of the heavy metal, such as lead, can be carried out by the high grade and high yield.

[0425] Moreover, the processor of this invention and an art can process the mounting substrate by which electronic parts were carried in the circuit board, and can divide electronic parts into the circuit board effectively. Detrimental lead is recoverable, while dissociating effectively, even when the pewter alloy containing lead is used for the circuit board by junction to electronic parts. the composition resin of a mounting substrate -- carbide -- it can fuel-gas-ize and can collect .

[0426] Moreover, the processor of this invention and an art can process effectively and economically the body which has a metal and a resin as a component. A metal is mostly recoverable with a metal state. Moreover, a resin can be used as clean fuel gas as carbide. Moreover, this invention can separate a resinous principle and a metal from the body which a resin and two or more metals unified effectively.

[0427] Moreover, the processor of this invention, a processing system, and an art can collect copper from the body which a resin and copper unified easily in the state of a metal. A resin can be used as clean fuel gas as carbide.

[0428] Moreover, the processor of this invention, a processing system, and an art can collect aluminum from the body which a resin and aluminum unified easily in the state of a metal. The fuel gas collected from the resin can be used also as a heating means of a processor. Moreover, it generates electricity by this fuel gas, and moreover it can reduce the operation cost of a processor sharply by working or carrying out the electricity sales to utilities of the processor of this invention, carbide is excellent as activated carbon, a fertilizer, etc.

[0429] Moreover, since the processor of this invention and an art have good energy efficiency, the body of broader criteria can be processed, value can be raised and recycling can be attained. That is, the processor of this invention and an art can process safely and effectively the processing-object object intricately unified like a resin, a metal, a substrate electronic parts and a metal, and a metal, and can attain recycling.

[Translation done.]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-99815

(43) 公開日 平成10年(1998) 4月21日

(51) IntCl ⁶	識別記号	F I
B 0 9 B 3/00		B 0 9 B 3/00 3 0 2 E
B 0 1 D 53/70		C 2 2 B 1/00
B 0 9 B 5/00	Z A B	7/00 F
C 2 2 B 1/00		B 0 1 D 53/34 1 3 4 E
7/00		B 0 9 B 5/00 Z A B M
審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全 45 頁)		

(21) 出願番号 特願平8-259201

(22) 出願日 平成8年(1996) 9月30日

(71) 出願人 000003078

株式会社東芝

神奈川県川崎市幸区堀川町72番地

(71) 出願人 595117297

オギハラ・エコロジー株式会社

群馬県太田市南矢島町891番地の1

(72) 発明者 手島 光一

神奈川県横浜市磯子区新杉田町8番地 株式会社東芝横浜事業所内

(72) 発明者 轟木 朋浩

神奈川県横浜市磯子区新杉田町8番地 株式会社東芝横浜事業所内

(74) 代理人 弁理士 須山 佐一

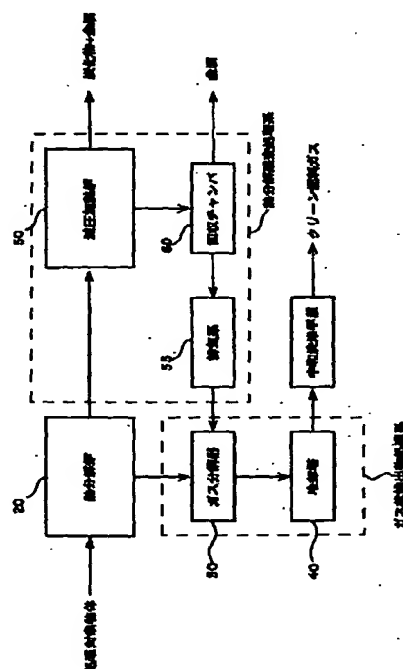
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 処理装置および処理方法

(57) 【要約】

【課題】 樹脂と金属とを有する物体を安全かつ効果的に処理する処理装置および処理方法を提供する。

【解決手段】 樹脂と金属とを構成材として有する処理対象物体は熱分解炉20で熱分解され、ガス状排出物と熱分解残渣とに分離して処理される。ガス状排出物処理系は、ダイオキシンが分解するような高温(1200℃)でガスを分解するガス分解器30と、このガスをダイオキシンが再合成しないよう短時間で急冷(35℃)する冷却塔40とを備える。熱分解残渣処理系は、この残渣を減圧加熱して残渣に含まれる金属を気化させる減圧加熱炉50と、気化した金属を凝縮して回収する回収チャンバ60とを備える。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 樹脂と金属とを含有する物体を第1の温度で熱分解する第1の熱分解手段と、

前記熱分解手段に接続して配設され、前記物体から生じたガス状排出物をダイオキシンが分解するような第2の温度で改質する改質手段と、

前記改質手段と接続して配設され、第2の温度で改質された前記ガス状排出物中のダイオキシン濃度の増加が抑制されるように、前記ガス状排出物を第3の温度まで急冷する冷却手段と、

前記物体の熱分解により生じた残渣を、この残渣に含まれる金属が気化するように減圧下で加熱する減圧加熱手段と、

前記残渣から気化した金属を凝縮する凝縮手段とを具備したことを特徴とする処理装置。

【請求項2】 樹脂と金属とを含有する物体を第1の温度で熱分解する第1の熱分解手段と、

前記熱分解手段に接続して配設され、前記物体から生じたガス状排出物を第1の温度より高い第2の温度で熱分解する第2の熱分解手段と、

前記熱分解手段と接続して配設され、第2の温度で熱分解された前記ガス状排出物中のダイオキシン濃度の増加が抑制されるように、前記ガス状排出物を第3の温度まで急冷する冷却手段と、

前記物体の熱分解により生じた残渣を、この残渣に含まれる金属が気化するように減圧下で加熱する減圧加熱手段と、

前記残渣から気化した金属を凝縮する凝縮手段とを具備したことを特徴とする処理装置。

【請求項3】 樹脂と金属とを含有する物体を第1の温度で熱分解する第1の熱分解工程と、

前記物体から生じたガス状排出物をダイオキシンが分解するような第2の温度で改質する改質工程と、

改質された前記ガス状排出物中のダイオキシン濃度の増加が抑制されるように前記ガス状排出物を第3の温度まで急冷する冷却工程と、

前記物体の熱分解により生じた残渣を、この残渣に含まれる金属が気化するように減圧下で加熱する減圧加熱工程と、

前記残渣から気化した金属を凝縮する凝縮工程とを具備したことを特徴とする処理方法。

【請求項4】 樹脂と金属とを含有する物体を第1の温度で熱分解する第1の熱分解工程と、

前記物体から生じたガス状排出物を第1の温度より高い第2の温度で熱分解する第2の熱分解工程と、

第2の温度で熱分解された前記ガス状排出物中のダイオキシン濃度の増加が抑制されるように、前記ガス状排出物を第3の温度まで急冷する冷却工程と、

前記物体の熱分解により生じた残渣を、この残渣に含まれる金属が気化するように減圧下で加熱する減圧加熱手

段と、

前記残渣から気化した金属を凝縮する凝縮手段とを具備したことを特徴とする処理方法。

【請求項5】 樹脂と第1の金属と第2の金属を含有する物体を第1の温度で熱分解する第1の熱分解工程と、前記物体から生じたガス状排出物をダイオキシンが分解するような第2の温度で改質する改質工程と、

第2の温度で改質された前記ガス状排出物中のダイオキシン濃度の増加が抑制されるように、前記ガス状排出物を第3の温度まで急冷する冷却手段と、

前記物体の熱分解により生じた残渣を、この残渣に含まれる第1の金属が気化するとともに第2の金属が保持されるように減圧下で加熱する第1の減圧加熱工程と、

前記残渣から気化した第1の金属を凝縮する凝縮工程と、

第1の金属を気化させた前記残渣に含まれる第2の金属が溶融するように減圧下で加熱する第2の減圧加熱工程とを具備したことを特徴とする処理方法。

【請求項6】 第2の減圧加熱工程は、第1の金属を気化させた前記残渣に含まれる第2の金属が溶融してその表面張力により凝集するように減圧下で加熱することを特徴とする請求項8に記載の処理方法。

【請求項7】 樹脂と金属を構成材の一部として有し、接合金属で接合された第1の部分と第2の部分とを有する物体前記接合金属を保持して熱分解する熱分解工程と、

前記物体から生じたガス状排出物をダイオキシンが分解するような第2の温度で改質する改質工程と、

改質された前記ガス状排出物中のダイオキシン濃度の増加が抑制されるように、前記ガス状排出物を第3の温度まで急冷する冷却工程と、

前記物体の熱分解により生じた残渣を、前記接合金属が気化するように減圧下で加熱する減圧加熱工程とを具備したことを特徴とする処理方法。

【請求項8】 前記冷却工程で冷却された前記ガス状排出物を中和する中和工程をさらに具備したことを特徴とする請求項3乃至請求項7のいずれかに記載の処理方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は処理装置および処理装置に関し、特に金属と樹脂を含有する物体の処理装置および処理方法に関する。

【0002】また、本発明は鉛などの有害金属と樹脂を含有する物体から処理する処理装置および処理方法に関する。また、本発明は金属、合金により接合された、金属と樹脂とを含有する物体の接合を解除する処理装置および処理方法に関する。さらに本発明は、シュレッターダストなどの金属と樹脂を含有する物体を、ダイオキシンの発生を抑制しながらリサイクル処理する処理装置

および処理方法に関する。さらに本発明は、電子部品が実装された回路基板などの物体を、ダイオキシンの発生を抑制しながら電子部品と回路基板とを分離し、鉛などの有害金属、銅などの金属を回収する処理装置および処理方法に関する。

【0003】

【従来の技術】現代社会が抱える膨大な量の廃棄物は日々増え続けており、その効果的な処理技術の確立が急務である。

【0004】廃棄物中には様々な有用な物質も含まれているが、分離の困難さなどから廃棄物から分離されず、ほとんどの廃棄物はそのまま埋め立てや焼却により処分されている。廃棄物中の有用物質は、エネルギー問題や資源枯渇問題もあり、できるかぎり分離・回収して再利用することが求められている。

【0005】一方、廃棄物中には有害な物質も含まれており、このような有害物質は環境破壊の原因になるだけでなく、廃棄物の再利用を困難にしている大きな原因の一つである。したがって、廃棄物中の有害物質を効果的に取り除くことができれば、廃棄物を資源の宝庫として積極的に再利用することが可能になるとともに、環境や生物への影響も最小限にとどめることができる。

【0006】このように、有害物質による環境汚染、資源の枯渇、エネルギー源の不足といった現代社会を取り巻く深刻な問題を解決するために、廃棄物を効果的に処理する技術は是非とも確立されなければならない。

【0007】しかしながら、近年廃棄物の形態は複雑多岐にわたっており、複数の異なった素材が一体化した複合的な廃棄物も多く、さらに有害物質が含まれている廃棄物もある。このような複合廃棄物を資源として再利用するためには、複数の異なった素材が一体化した廃棄物から、有用な物質、有害な物質を選択的に分離・回収しなければならないが、このような処理技術は未だ確立されていない。

【0008】例えば、近年廃自動車の増加や自動車の構成素材の鉄がプラスチックなどの樹脂に代替されるにすぎない、シュレッダーダストの発生量は増加の一途をたどっている。このシュレッダーダストの安全で効果的な処理は困難であり、現在でもそのほとんどは埋め立てにより処分されている。ここでシュレッダーダストとは、廃自動車、廃家電製品等をシュレッダーで破碎し、有価物を回収する際に風力などにより分別される不要物の呼称であり、プラスチック、ゴム、ガラス、金属、繊維くず等からなる混合廃棄物をいう。

【0009】このようなシュレッダーダストには有機物とともに各種重金属なども比較的高い濃度で含まれていることが知られている。特に自動車由来のシュレッダーダストには廃家電製品由来のシュレッダーダストの10倍以上の鉛が含まれているという報告もある。また例えば、樹脂フィルムとアルミニウム箔を積層した樹脂被覆

アルミニウム箔は安価で加工性がよいことなどから、レトルト食品の包装容器など、食品や医薬品をはじめとして様々な包装容器に大量に用いられている。

【0010】また、樹脂フィルムと銅箔を積層した樹脂被覆銅箔も同じように大量に用いられており、特にいわゆる回路基板、フレキシブル基板、TABのフィルムキャリアをはじめとして電子機器の構成部品として大量に用いられている。

【0011】しかし使用後の樹脂被覆アルミニウム箔や樹脂被覆銅箔は、それらが複数の異なった素材から一体的に形成された複合的な廃棄物であることから効果的な処理技術が確立されていないのが現状である。

【0012】従来、シュレッダーダスト、電子部品が実装された廃回路基板、樹脂被覆アルミニウム箔や樹脂被覆銅箔などの廃棄物は、埋め立てや焼却、熔融凝固により処理されていたが、埋め立てはかさばること、場所の確保も困難であること等の問題があり、一方焼却は炉を痛めたり、アルミニウムや銅などが酸化物になってしまうという問題がある。

【0013】アルミニウムや銅の精錬には大量の電力が使われており、せっかく金属に精錬したアルミニウムや銅を焼却により再び酸化物にしてしまうのはエネルギーの浪費であり、金属状態のまま資源として再利用する技術の確立することが望まれている。

【0014】一方、例えば上述したシュレッダーダスト、電子機器の回路基板などの廃棄物は鉛などの有害物質を大量に含んでいる。従来から、各種電子機器のハンダ接続には融点が低く、酸化雰囲気中でもぬれ性がよいことなどから、鉛-錫系合金などのハンダ合金が多用されている。

【0015】ところで、鉛は強い毒性を有し、体内に摂取すると神経系や生殖機能を障害することから、鉛や鉛含有合金の取扱いについては規制がなされている。

【0016】また、最近の環境破壊に対する関心の高まりによって、鉛を含むハンダ合金を用いた電子機器、構成部品の廃棄物処理についても社会問題となっている。

【0017】すなわち、鉛を含むハンダ合金を大量に使用した廃電子機器などの複合廃棄物は、従来産業廃棄物や一般廃棄物と同様に主として埋め立て処理されることが一般的であった。

【0018】しかし、廃電子機器のような鉛などの有害物質を含む複合廃棄物を埋め立て処理した場合、降雨などにより鉛成分が溶出し、土壌や地下水を汚染し環境に深刻な打撃を与えてしまうという問題がある。特に酸性雨によりハンダ合金からの鉛の溶出量は急激に増大し、環境や生物に対し深刻な影響を及ぼすことが懸念されている。

【0019】このようなことから、例えばシュレッダーダスト、廃回路基板、はかなど、鉛などの有害物質を含む廃棄物を処理する際には、鉛などの有害を分離・回収

5

することが必要である。

【0020】しかしながら、現状では効果的に鉛を回収する技術が見出だされていない。

【0021】一方、鉛の回収コストが製品コストの増大を招く恐れがあることから、鉛を用いない鉛フリーハンダの開発が望まれており一部実用化されているが、性能、コストの面で未解決の問題点も多く、鉛を含むハンダ合金は現在も大量に用いられている。また、現在までに膨大な量の鉛を含む廃棄物が生じており、効率的で安全な処理技術が見出だされていないために、一部では大

量に蓄積保管されているのが現状である。
【0022】また見方を変えれば、上述したシュレッダーダスト、電子機器の回路基板などの複合廃棄物は有害物質を分離できれば資源の宝庫ともなる。いわゆる廃棄物は相対的価値判断によりそう呼ばれるものである。資源化技術を確認し、資源化に必要なコストを低減できれば廃棄物ではなくなる。

【0023】例えば回路基板にはIC、LSI、抵抗器、コンデンサ等の各種電子部品が搭載されているが、銅、ニッケル、アルミニウム、金、プラチナ、タンタル、タングステン、モリブデン、コバルト、クロムをはじめ有用な金属、そして樹脂が含まれており資源として枯渇が心配されているものも多い。

【0024】しかし電子部品は基板上に数多く搭載されており、また近年の高集積化にともなって接合箇所数は増大し接合ピッチはますます細くなる傾向にあるから、基板と電子部品とを分離することはかなり困難である。そして基板と電子部品は前述のようにハンダ合金で接合されており、有毒な鉛が用いられていることも、廃電子機器などの効果的処理を阻んでいる大きな原因である。

【0025】さらに、上述のような廃棄物、都市ゴミを焼却などにより処理する場合には、廃棄物の構成樹脂などから有害な有機物質が生成してしまうという問題がある。特にシュレッダーダスト、廃回路基板などの構成材にハロゲン化合物が用いられている場合にはPCDDsやPCDFcなどのいわゆるダイオキシンが発生するという問題がある。また樹脂成分を燃焼させるときICや回路基板に含有されるデカブロ、三酸化Sbなどのよりダイオキシン等の有害物質が発生するという問題がある。

【0026】例えば塩化ビニール、難燃性プラスチック、防腐処理した木材を焼却処理すると、ハロゲンガスが発生し、極めて強い毒性を有するPCDDs（ポリ塩化ダイオキシン）やPCDFc（ポリ塩化ベンゾフラン）が発生する。このようなダイオキシンは電気集塵機内部でも生成することがわかっている。

【0027】一方、埋め立て処理はかさばること、場所

6

の確保も困難であること等の問題がある。また、腐食などにより処理対象物体中の重金属などの有害物質が溶出し、水質汚染や土壌汚染を引き起こすという問題がある。特に酸性雨により処理対象物体の構成金属溶出量は急激に増大し、環境や生物に対し深刻な影響を及ぼすことが懸念されている。

【0028】したがって、廃棄物などの処理対象物体を処理する際には、金属を埋め立てたり、焼却することなく資源として再利用するとともに、樹脂（紙、木材、ゴムなどを含む）についてはダイオキシンの発生を抑制する処理技術を確認することが望まれている。

【0029】

【発明が解決しようとする課題】本発明はこのような問題を解決するためになされたものである。すなわち本発明は金属と樹脂とを構成材として有する物体を効果的、経済的に、かつ安全に処理できる処理装置及び処理方法を提供することを目的とする。

【0030】また本発明は金属と樹脂とを構成材として有する物体を効果的、経済的に、ダイオキシンが発生しないように処理できる処理装置及び処理方法を提供することを目的とする。本発明は樹脂、鉛を含む物体から鉛を分離・回収することができる処理装置及び処理方法を提供することを目的とする。また、本発明は合金により接合された物体の接合を解除することができる処理方法を提供することを目的とする。また、本発明は鉛を含む合金により接合された樹脂を構成材として有する物体の接合を解除するとともに、樹脂成分もリサイクルすることができる処理装置及び処理方法を提供することを目的とする。また、本発明は樹脂と金属とを構成材として有する物体から、樹脂成分と金属とを効果的に分離、回収することができる処理装置及び処理方法を提供することを目的とする。

【0031】また、本発明は樹脂と複数の金属とが一体化した物体から樹脂成分と金属とを効果的に分離するとともに、樹脂と複数の金属とをそれぞれ分離回収することができる処理装置及び処理方法を提供することを目的とする。さらに本発明は、シュレッダーダストなどの金属と樹脂を含有する物体を、ダイオキシンの発生を抑制しながら処理する処理装置および処理方法を提供することを目的とする。さらに本発明は、電子部品などが実装された回路基板などの物体を、ダイオキシンの発生を抑制しながら電子部品と回路基板とを分離し、鉛などの有害金属、銅などの金属を分離、回収する処理装置および処理方法を提供することを目的とする。

【0032】

【課題を解決するための手段】このような課題を解決するために、請求項1に記載の本発明の処理装置は、樹脂と金属とを含有する物体を第1の温度で熱分解する第1の熱分解手段と、前記熱分解手段に接続して配設され、前記物体から生じたガス状排出物をダイオキシンが分解

10

20

30

40

50

7

するような第2の温度で改質する改質手段と、前記改質手段と接続して配設され、第2の温度で改質された前記ガス状排出物中のダイオキシン濃度の増加が抑制されるように、前記ガス状排出物を第3の温度まで急冷する冷却手段と、前記物体の熱分解により生じた残渣を、この残渣に含まれる金属が気化するように減圧下で加熱する減圧加熱手段と、前記残渣から気化した金属を凝縮する凝縮手段とを具備したことを特徴とする。

【0033】請求項2に記載の本発明の処理装置は、樹脂と金属とを含有する物体を第1の温度で熱分解する第1の熱分解手段と、前記熱分解手段に接続して配設され、前記物体から生じたガス状排出物を第1の温度より高い第2の温度で熱分解する第2の熱分解手段と、前記熱分解手段と接続して配設され、第2の温度で熱分解された前記ガス状排出物中のダイオキシン濃度の増加が抑制されるように、前記ガス状排出物を第3の温度まで急冷する冷却手段と、前記物体の熱分解により生じた残渣を、この残渣に含まれる金属が気化するように減圧下で加熱する減圧加熱手段と、前記残渣から気化した金属を凝縮する凝縮手段とを具備したことを特徴とする。

【0034】また本発明の処理装置は、樹脂と第1の金属と第2の金属を含有する物体を第1の温度で熱分解する第1の熱分解手段と、第1の熱分解手段に接続して配設され、前記物体から生じたガス状排出物をダイオキシンが分解するような第2の温度で改質する改質手段と、前記改質手段と接続して配設され、第2の温度で改質された前記ガス状排出物中のダイオキシン濃度の増加が抑制されるように、前記ガス状排出物を第3の温度まで急冷する冷却手段と、前記物体の熱分解により生じた残渣を、この残渣に含まれる第1の金属が気化するとともに第2の金属が保持されるように減圧下で加熱する第1の減圧加熱手段と、第1の減圧加熱手段に接続して配設され、前記残渣から気化した第1の金属を凝縮する凝縮手段と、第1の金属を気化させた前記残渣に含まれる第2の金属が溶融するように減圧下で加熱する第2の減圧加熱手段とを具備するようにしてもよい。

【0035】また、本発明の処理装置の第2の減圧加熱手段は、第1の金属を気化させた前記残渣に含まれる第2の金属が溶融してその表面張力により凝集するように減圧下で加熱するようにしてもよい。

【0036】また本発明の処理装置は、樹脂と金属を構成材の一部として有し、接合金属で接合された第1の部分と第2の部分とを有する物体を前記接合金属を保持して熱分解する熱分解手段と、前記熱分解手段に接続して配設され、前記物体から生じたガス状排出物をダイオキシンが分解するような第2の温度で改質する改質手段と、前記改質手段と接続して配設され、改質された前記ガス状排出物中のダイオキシン濃度の増加が抑制されるように、前記ガス状排出物を第3の温度まで急冷する冷却手段と、前記物体の熱分解により生じた残渣を、前記

8

接合金属が気化するように減圧下で加熱する減圧加熱手段とを具備するようにしてもよい。

【0037】このような本発明の処理装置の熱分解手段は酸素濃度を制御するなどして非酸化雰囲気ないしは還元性雰囲気中で行うようにすればよい。また前記冷却手段は、第3の温度までをできるかぎり短時間で、好ましくは約10秒以内に冷却するようにすればよい。また、本発明の処理装置は、前記冷却手段と接続して配設され、冷却された前記ガス状排出物を中和する中和手段とさらに具備するようにしてもよい。

【0038】請求項3に記載の本発明の処理方法は、樹脂と金属とを含有する物体を第1の温度で熱分解する第1の熱分解工程と、前記物体から生じたガス状排出物をダイオキシンが分解するような第2の温度で改質する改質工程と、改質された前記ガス状排出物中のダイオキシン濃度の増加が抑制されるように前記ガス状排出物を第3の温度まで急冷する冷却工程と、前記物体の熱分解により生じた残渣を、この残渣に含まれる金属が気化するように減圧下で加熱する減圧加熱工程と、前記残渣から気化した金属を凝縮する凝縮工程とを具備したことを特徴とする。

【0039】請求項4に記載の本発明の処理方法は、樹脂と金属とを含有する物体を第1の温度で熱分解する第1の熱分解工程と、前記物体から生じたガス状排出物を第1の温度より高い第2の温度で熱分解する第2の熱分解工程と、第2の温度で熱分解された前記ガス状排出物中のダイオキシン濃度の増加が抑制されるように、前記ガス状排出物を第3の温度まで急冷する冷却工程と、前記物体の熱分解により生じた残渣を、この残渣に含まれる金属が気化するように減圧下で加熱する減圧加熱手段と、前記残渣から気化した金属を凝縮する凝縮手段とを具備したことを特徴とする。

【0040】請求項5に記載の本発明の処理方法は、樹脂と第1の金属と第2の金属を含有する物体を第1の温度で熱分解する第1の熱分解工程と、前記物体から生じたガス状排出物をダイオキシンが分解するような第2の温度で改質する改質工程と、第2の温度で改質された前記ガス状排出物中のダイオキシン濃度の増加が抑制されるように、前記ガス状排出物を第3の温度まで急冷する冷却手段と、前記物体の熱分解により生じた残渣を、この残渣に含まれる第1の金属が気化するとともに第2の金属が保持されるように減圧下で加熱する第1の減圧加熱工程と、前記残渣から気化した第1の金属を凝縮する凝縮工程と、第1の金属を気化させた前記残渣に含まれる第2の金属が溶融するように減圧下で加熱する第2の減圧加熱工程とを具備したことを特徴とする。

【0041】請求項6に記載の本発明の処理方法は、第2の減圧加熱工程で、第1の金属を気化させた前記残渣に含まれる第2の金属が溶融してその表面張力により凝集するように減圧下で加熱することを特徴とする。

【0042】請求項7に記載の本発明の処理方法は、樹脂と金属を構成材の一部として有し、接合金属で接合された第1の部分と第2の部分とを有する物体前記接合金属を保持して熱分解する熱分解工程と、前記物体から生じたガス状排出物をダイオキシンが分解するような第2の温度で改質する改質工程と、改質された前記ガス状排出物中のダイオキシン濃度の増加が抑制されるように、前記ガス状排出物を第3の温度まで急冷する冷却工程と、前記物体の熱分解により生じた残渣を、前記接合金属が気化するように減圧下で加熱する減圧加熱工程とを具備したことを特徴とする。

【0043】また、本発明の処理方法は、前記冷却手段で冷却された前記ガス状排出物を中和する中和工程をさらに具備するようにしてもよい。

【0044】前記熱分解工程は酸素濃度を制御するなどして非酸化雰囲気ないしは還元性雰囲気中で行うようにすればよい。

【0045】また前記冷却工程は第3の温度までできるだけ短時間にできれば約10秒以内に冷却することが好ましい。

【0046】また、第1の温度は約250～約500℃に設定することが好適である。また、第2の温度は少なくとも約800℃より高い温度、より好ましくは少なくとも1000℃より高い温度、さらに好ましくは1200℃よりも高い温度に設定することが好適である。

【0047】また、第3の温度は少なくとも150℃より低い温度、より好ましくは少なくとも100℃より低い温度、さらに好ましくは35℃よりも低い温度に設定することが好適である。このように処理対象物体から排出させたガス状排出物をダイオキシンが分解するような高温で改質、熱分解し、この状態からダイオキシンが生成、再合成される温度領域での滞留時間をできるだけ短くして、ダイオキシンが生成、再合成されない第3の温度まで急冷することにより、ガス状排出物中のダイオキシン濃度が大きく低減される。また、第1の熱分解、第2の熱分解または改質を第1の温度と第2の温度の2段階で処理すると同時にこれらを還元性雰囲気で行うことにより、ダイオキシンの発生源濃度は大幅に低減される。

【0048】ここで、第2の温度はダイオキシンが分解するような温度であり、ダイオキシンだけでなくガス状排出物に含まれる他の化合物も分解されることになる。したがって本発明ではダイオキシンだけでなく、ハロゲン化炭化水素、PCBなども分解し、無害化することができる。

【0049】すなわち本発明は、樹脂と金属とを構成材として有する物体を処理するために、樹脂を分解する手段と、処理対象物体から生じたガス状排出物をさらに熱分解する手段と、このガスをダイオキシンが合成されないように急冷する冷却手段と、熱分解残渣から金属を減

圧下で気化、または液化して回収する手段とを備えたものである。ここで、樹脂は合成樹脂でもよいし天然樹脂でもよく、またこれらの混合物でもよい。またここで金属とは、特に説明しない場合には、処理対象物体に含有される金属の総称であり、ある特定の金属元素に限ることはない。

【0050】第1の熱分解手段は、処理対象物体が酸素濃度制御下で熱分解されるような第1の温度で熱分解するものであり、例えばシュレッダーダスト、廃回路基板などからガス状排出物を抽出する。ここでガス状排出物とは、基本的には排出ガスからなるが、この排出ガスに混入する固体状微粒子、液体状微粒子などを含む場合を排除しない。

【0051】第1の熱分解手段の第1の温度を調節する温度調節手段としては、加熱手段と温度測定手段を用いるようにすればよい。加熱手段としては、各種対流加熱、輻射加熱などを必要に応じて選択し、又は組合わせて用いるようにすればよい。例えばヒーターなどの抵抗加熱を用いるようにしてもよいし、ガス、重油や軽油などをチャンバ外で燃焼させるようにしてもよい。さらに、処理対象物体の樹脂などから排出されるガスを改質、無害化、中和したうえで燃料ガスとして、第1の熱分解手段はじめとする本発明の処理装置の熱源として再利用するようにしてもよい。また例えば上述のようにして得たクリーンな燃料ガスをガスタービン発電機に導入して電力に変換し、この電力により第1の熱分解手段をはじめとする本発明の処理装置の運転に用いるようにしてもよい。

【0052】温度測定手段としては各種温度センサを用いるようにすればよい。第1の温度は、処理対象物体の樹脂が熱分解するとともに、処理対象物体の金属ができるだけ酸化されないように設定するようにすればよいが、後述するように、ダイオキシンの発生源を多段階で絶つために、第1の熱分解手段を還元性条件に保つことが好適である。例えば、塩素を含む芳香族系炭化水素化合物を還元性条件下で熱分解することにより、この芳香族系炭化水素化合物の塩素はHCl等に分解される。したがってダイオキシンの発生が抑制される。

【0053】なお本発明では特に説明しないが、ポリ塩化ダイベンゾパラダイオキシン(Polychlorinated dibenzo-p-dioxins: PCDDs)、ポリ塩化ダイベンゾフラン(Polychlorinated dibenzofurans: PCDFs)およびこれらの塩素数および置換位置の異なる同族体を総称してダイオキシンという。

【0054】したがって第1の熱分解手段は、処理対象物体に含まれる金属が実質的に酸化しないように、より好ましくは還元性雰囲気中に保つことが好ましいから、温度調節手段と酸素濃度調節手段とを備えることが好適である。一般に処理対象物が複雑である場合には、処理中

11

に、処理対象物体が部分的に酸化されることがあり得るが、第1の熱分解手段が全体として還元性雰囲気に保持されればよい。

【0055】酸素濃度調節手段は例えば酸素濃度測定手段である酸素濃度センサとキャリアガス導入系とを用いるようにしてもよい。

【0056】酸素濃度センサは例えばジルコニア（酸化ジルコニウム）を採用したいわゆるジルコニアセンサを用いるようにしてもよいし、赤外分光法で例えばCOとCO₂の吸収を測定するようにしてもよい。さらに、GC-MSを用いるようにしてもよく、必要に応じて選択し、あるいは組合わせて用いるようにすればよい。

【0057】キャリアガスガスとしては例えばArなどの希ガスを用いるようにしてもよい。また、このキャリアガスにより、第1の熱分解手段内の酸素濃度が調節されるだけでなくガスを効率的に改質手段または第2の熱分解手段へ導くこともできる。さらに、圧力調節手段と兼ねるようにしてもよい。

【0058】また、第1の熱分解手段の前段にシュレッダーを設けるようにしてもよい。装置外部から持ち込まれた処理対象物体をシュレッダーで破碎、分別してから第1の熱分解手段に導入するようにしてもよいし、破碎せずに第1の熱分解手段に導入するようにしてもよい。処理対象物体が廃回路基板の場合には破碎せずに第1の熱分解手段に導入することが好適である。

【0059】処理対象物体が導入された第1の熱分解手段内は、処理対象物体中の金属の状態はできるだけ酸化されないように、また樹脂の熱分解に際して有機化合物と結合した塩素ができる限る無機化されるように、温度・酸素濃度条件を調節するようにすればよい。この温度、酸素濃度条件はあらかじめ設定しておくようにしてもよいし、温度や酸素濃度の測定値を加熱手段、酸素濃度調節手段などにフィードバックして制御するようにしてもよい。酸素濃度を測定する必要がある場合には例えばジルコニアセンサなどを用いるようすればよい。

【0060】また第1の熱分解手段のチャンバ内の圧力を制御するようにしてもよい。例えば第1の熱分解手段内を減圧すると、酸素濃度も低下し加熱により処理対象物体が急激に酸化されることはない。また加熱により樹脂は分解してもほとんど酸素を発生しない。さらに、樹脂の分解生成物も容易に気化される。

【0061】一方、減圧すると気密領域内の熱伝導率は低下する。しかし第1の熱分解手段内が非酸化雰囲気であれば、大気圧下または加圧下でも処理対象物体は酸化されない。したがって第1の熱分解手段内が非酸化雰囲気であれば、加圧が可能であり系内の熱伝導率が向上する。

【0062】ここで、処理対象物体から排出されたガス状排出物の処理を行うガス状排出物処理系について説明

12

する。ガス状排出物処理系は、第1の熱分解手段で処理対象物体から排出されたガス状排出物を処理するものであり、改質手段または第2の熱分解手段、冷却手段からその主要部が構成されている。冷却手段で処理したガス状排出物は必要に応じて中和、ろ過、洗浄等の後処理を行うことによりクリーンな燃料ガスとして利用される。

【0063】改質手段は、第1の加熱手段に接続して配設され、第1の熱分解手段内で処理対象物体から排出されたガス状排出物を、第1の温度よりも高い第2の温度で改質するものである。ここで改質とは、処理対象物体から排出されたガス状排出物に含有される炭化水素系化合物を、より低分子の水素、メタン、一酸化炭素などに变化させることをいう。また、水素化精製処理（hydroreforming）なども行うようにしてもよい。系内を還元性条件に保って改質することは前述のようにダイオキシンの発生源を断つという観点からも好適である。また、改質手段内が還元性雰囲気に保たれるならば、改質手段内に少量の空気を導入するようにしてもよい。改質手段としては熱改質手段だけでなく、これに加えて例えば触媒を用いる接触改質手段も備えるようにしてもよい。触媒としては、例えばシリカ・アルミナやゼオライト（アルミノケイ酸塩）などの固体酸にPt、Reなどの金属を担持させて用いるようにしてもよい。

【0064】また、改質手段に変えて、第1の熱分解手段と接続した、ガス状排出物を還元性雰囲気中で熱分解する第2の熱分解手段を備えるようにしてもよい。

【0065】改質手段、第2の熱分解手段を第1の熱分解手段と分離することにより、第1の温度より高い第2の温度で処理対象物体からのガス状排出物を処理することができ、ガス状排出物の改質、塩素の無機化が効果的に行われる。

【0066】改質手段または第2の熱分解手段は、処理対象物体に直接的または間接的に由来するダイオキシンができるだけ分解するような条件を保つことが望ましい。例えば第2の温度を800℃程度に設定することによりかなりのダイオキシンを分解することができる。また第2の温度を1000℃以上、より好ましくは1200℃以上に設定することにより、さらに効果的にダイオキシンを分解することができる。この改質手段は、ダイオキシンが分解するような第2の温度で行われるから、この第2の温度でガス状排出物の熱分解も同時に生じることになる。

【0067】処理対象物体から排出されたガス状排出物に含有される炭化水素系化合物は、改質手段で改質されることにより、また第2の熱分解手段により熱分解されることにより低分子化され水素、メタン、一酸化炭素などに变化する。また、ガス状排出物にダイオキシンが含まれる場合にはこのダイオキシンの殆どは分解される。さらに、有機塩素は無機化され、ダイオキシンの再合成が抑制される。

10

20

30

40

50

13

【0068】改質手段または第2の熱分解手段は、例えばコースを充填したチャンバ内に、第1の熱分解手段からのガス状排出物と、少量の空気とを導入することにより、還元性雰囲気かつダイオキシンの分解するような温度条件を形成するようにしてもよい。また、前述のように燃料ガスと空気とを燃焼させてチャンバをダイオキシンが分解するような温度に加熱し、このチャンバ内に第1の熱分解手段からのガス状排出物を導入するようにしてもよい。

【0069】またチャンバ内に例えば前述したような触媒などの接触分解手段を備えるようにしてもよい。

【0070】また、必要に応じて、改質手段または第2の熱分解手段に、系内の温度、酸素濃度を調節するための温度調節手段と酸素濃度測定手段を備えるようにしてもよい。酸素濃度調節手段としては前述のような酸素濃度センサとキャリアガス導入系とを用いるようにしてもよい。さらに、水素ガスリザバを接続するようにしてもよいし、Arなどの不活性ガスリザバを接続するようにしてもよい。

【0071】このように処理対象物体から排出されたガス状排出物に含有されるガス状排出物は改質手段または第2の熱分解手段により低分子化され、水素、メタン、一酸化炭素などに変化する。

【0072】第1の熱分解手段、改質手段または第2の熱分解手段、冷却手段はガス状排出物に塩素などが含まれるこの場合、塩素ガスによる容器、配管等の腐食が激しいので、装置は必要に応じてステンレス鋼のかわりにハステロイやチタン合金等を使用するようにしてもよい。

【0073】本発明の処理装置においては、改質手段または第2の熱分解手段と接続して配設され、第2の温度で改質または熱分解されたガス状排出物を、このガス状排出物中のダイオキシン濃度の増加が抑制されるように、第3の温度まで急冷する急冷手段を備えている。

【0074】すなわち、改質手段または第2の熱分解手段において、第2の温度で改質または熱分解されたガス状排出物中のダイオキシン濃度は、第2の温度がダイオキシンが分解するような温度であること、この温度で分解、あるいは改質される炭化水素系化合物の塩素は還元性雰囲気によりされ無機化されることから極めて低いものである。したがって、この状態からのダイオキシンの生成、再合成が生じないように、ガス状排出物中のダイオキシン濃度の増加ができるかぎり抑制されるように第3の温度まで急冷するようにするのである。第3の温度は、ダイオキシンの生成反応が生じないような温度に設定すればよい。例えばダイオキシンが分解している状態のガス状排出物（改質手段または第2の熱分解手段における温度と同じでなくとも、ダイオキシンが分解するような温度であればよい）から150℃以下、好ましくは100℃以下、さらに好ましくは50℃以下に急冷する

14

ことによりダイオキシンの生成、再合成が抑制される。このときガス状排出物を第3の温度までできるだけ短時間で冷却することが好ましい。これは約200℃～約400℃ではダイオキシンが生成、再合成されやすいためであり、ガス状排出物を第3の温度まで急冷してダイオキシンが生成、再合成されやすい温度範囲に滞留する時間を短くすることにより、より効果的にガス状排出物中のダイオキシン濃度を抑制することができる。したがって冷却手段におけるガス状排出物の冷却は好ましくは約10秒程度以内で急冷することが好ましい。

【0075】このような冷却手段としては、ガス状排出物に水、冷却油などの冷媒を直接噴射して接触冷却するようにしてもよい。このときガス状排出物に石灰粉末などのアルカリ性粉末を噴射するようにすれば、ガス状排出物は中和される。また例えばガス状排出物中のHClは、石灰粉末と接触して固体表面に拡散されるからダイオキシンの生成、再合成を抑制することもできる。

【0076】上述したように第1の熱分解手段、改質手段または第2の熱分解手段、冷却手段により、処理対象物体からのガス状排出物は水素、メタン、一酸化炭素等に変化し、また、ガス状排出物中のダイオキシン濃度も大きく低減される。本発明においては処理対象物体の分解、処理対象物体からのガス状排出物の分解を第1の熱分解手段と、改質手段または第2の熱分解手段という複数段階で処理することにより、そして、このような分解手段を還元性条件に保つことにより、ダイオキシンの発生が抑制される。

【0077】冷却手段で冷却されたガス状排出物に、ハロゲン化物、SOx、NOxなどが含まれている場合には、洗浄手段、脱硫手段などによりガス状排出物の洗浄、脱硫を行うようにしてもよい。さらに活性炭を用いたフィルタ手段を備えるようにしてもよい。また、冷却手段で冷却されたガス状排出物を例えばバグフィルターなどの中和反応ろ過手段に導入するようにしてもよい。冷却手段と中和反応ろ過手段との間に、ドライベンチュリーなどにより消石灰、ろ過助剤（例えばゼオライト、活性炭などの空隙率の高い粒子）などをガス状排出物の気流に吹き込むようにしてもよい。

【0078】このように処理した、処理対象物体から排出されたガス状排出物は第1の熱分解手段の加熱の熱源として用いるようにしてもよいし、ガスタービン発電機に供給して電力を得るようにしてもよい。さらにこの電力を本発明の処理装置の熱源その他に用いるようにしてもよい。

【0079】つぎに、第1の熱分解手段で熱分解した処理対象物体の熱分解残渣の処理について説明する。

【0080】本発明の処理装置は、樹脂と金属とを構成材の一部として有する物体を処理するために、前述した樹脂を分解して回収する手段と、金属を分離、回収する手段とを備えたものであり、減圧加熱手段は、第1の熱

15

分解手段で熱分解した処理対象物体の残渣から金属を分離、回収する手段である。

【0081】第1の熱分解手段で処理対象物体の樹脂成分はほとんど分解し、前述のようにガス状排出物は処理される。また、第1の熱分解手段内は酸素濃度が制御されており、処理対象物体中の金属は実質的に酸化されることなく、またほとんど気化することなく処理対象物体に保持されている。一方、処理対象物体の樹脂の多くは熱分解の結果炭化物として残っている。本発明では第1の熱分解手段で処理した処理対象物体を第1の熱分解手段から減圧加熱手段へ移送する。

【0082】本発明の処理装置が備える減圧加熱手段は、第1の熱分解手段と開閉可能な隔壁によって隔てられた物体中の金属を選択的に気化する温度調節手段と圧力調節手段とを備えた第1の気密領域と、第1の気密領域に接続された物体から気化した金属を回収する第1の回収手段とを具備している。

【0083】温度調節手段としては、加熱手段と温度測定手段を用いるようにすればよい。加熱手段としては、各種対流加熱、輻射加熱などを必要に応じて選択し、又は組合わせて用いるようにすればよい。熱源はガス状排出物を処理して得た燃料ガスやこの燃料ガスで発電した電力を熱源として用いるようにしてもよい。例えばシーズヒーターなどの抵抗加熱を用いるようにしてもよいし、重油や軽油などを燃焼させるようにしてもよい。さらに誘導加熱手段を用いるようにしてもよい。温度測定手段としては各種温度センサを用いるようにすればよい。

【0084】第1の熱分解手段では処理対象物体中の金属がほとんど酸化したり気化しないような温度圧力条件で処理対象物体を熱分解し、主として気化（油化してから気化したものも含む）あるいは炭化する。そしてガス状排出物は前述のように改質手段または第2の熱分解手段で処理される。

【0085】銜状態が変化することがあり得る。例えばガス状排出物中に、処理対象物体の構成金属などが混入した場合には、冷却工程、バグフィルター、あるいは経路内に必要に応じてサイクロン分離手段などを備えて回収し、第1の熱分解手段の熱分解残渣とともに減圧加熱手段で処理するようにすればよい。

【0086】圧力調節手段としては、排気手段または加圧手段と圧力測定手段を用いるようにすればよい。排気手段は例えばロータリーポンプ、油拡散ポンプ、ブースターポンプなど各種真空ポンプを用いるようにすればよい。加圧手段としては例えばガスリザーバーから気体を系内に導入するようにしてもよい。圧力測定手段はブルドン管やピラニーゲージなどを測定する真空度などに応じて用いるようにすればよい。

【0087】また、第1の熱分解手段と減圧加熱手段の第1の気密領域との間に、第1の気密領域と接続してバ

16

ージ領域を設けるようにしてもよい。バージ領域には排気系または加圧系などの圧力調節手段、処理対象物体の予熱または冷却のための温度調節手段を設けるようにしてもよい。さらに、系内のガス置換のためのキャリアガス導入系を設けるようにしてもよく、このキャリアガス導入系は加圧系と兼ねるようにしてもよい。

【0088】処理対象物体は熱分解手段からバージ領域を経て第1の気密領域に導入される。バージ領域を設けることにより、第1の気密領域への処理対象物体の導入の際に、第1の気密領域は装置外部から隔離される。また、第1の気密領域内を常に排気し減圧状態を保てるため真空ポンプの負担が軽減される。

【0089】減圧加熱手段は複数の気密領域を備えるようにしてもよい。例えば第1の気密領域と接続して第2の気密領域を備えるようにしてもよい。

【0090】また、第1の気密領域または第2の気密領域に隣接してバージ領域を設けるようにしてもよい。処理対象物体は第1の気密領域または第2の気密領域からバージ領域を経て装置外部へ取り出される。

【0091】第2の気密領域の後段にバージ領域を設けることにより、処理対象物体を第1または第2の気密領域から取り出す際に、第1または第2の気密領域は装置外部から隔離される。したがって、第1または第2の気密領域内を常に排気し減圧状態を保てるため真空ポンプの負担が軽減される。また、加熱した処理対象物体の温度が、大気圧下でも酸化されない温度に冷却されるまで、物体を外気から遮断して保持することもできる。

【0092】すなわちバージ領域は減圧加熱手段保全の観点からも処理対象物体保全の観点からも、減圧加熱手段外部と第1および第2の気密領域とのバッファ領域として機能する。

【0093】この減圧加熱手段が備える第1の気密領域と第2の気密領域とは開閉可能な隔壁によって隔てられている。この隔壁はそれぞれの領域の気密性を保つとともに、それぞれの領域の断熱性を保つものである。例えば気密性を保つ真空扉と、断熱性を保つ断熱扉を組合わせて用いるようにしてもよい。第1のおよび第2の気密領域を、断熱扉—真空扉—断熱扉といった隔壁で隔てるようにすれば、それぞれの領域の気密性と断熱性が保たれる。このように真空扉と、この真空扉が隔てる領域との間に断熱扉を配設することにより、真空扉に大きな熱的負荷がかかる場合であっても真空扉を熱的負荷から保護することができる。この場合には第1および第2の気密領域の熱から真空扉が保護される。

【0094】このような隔壁は当然ながら減圧加熱手段外部とバージ領域との間、バージ領域と第1の気密領域との間、第2の気密領域とバージ領域との間にも配設されるが、それぞれどのような隔壁を配設するかは必要に応じて設計するようにすればよい。例えばバージ室の熱的負荷が小さい場合には真空扉を配設するようにすれば

よい。

【0095】処理対象物体の熱分解残渣または処理対象物体のガス状排出物から分離された固体状排出物が導入された第1の気密領域内は、処理対象物体中の金属が気化するように温度圧力条件が調節される。この温度圧力条件はあらかじめ設定しておくようにしてもよいし、温度や圧力の測定値を加熱手段、圧力調節手段などにフィードバックして制御するようにしてもよい。第2の気密領域についても同様である。

【0096】処理対象物体が導入された第1の気密領域内は、処理対象物体中の金属が気化するように温度圧力条件が調節される。第1の気密領域内を減圧すると、処理対象物体中の金属は、常圧下よりも低い温度で蒸発する。また、酸素濃度も低下し第1の気密領域内は非酸化雰囲気になるから、気化した金属の金属状態は保たれる。

【0097】例えば、Znの760 Torrにおける沸点は1203Kであるが、1 Torrでの沸点は743 K、 10^{-4} Torrでの沸点は533 Kである。

【0098】また、例えばPbの760 Torr (1 atm) における沸点は2017 Kであるが、 10^{-1} Torrでの沸点は1100 K、 10^{-3} Torrでの沸点は900 Kである。

【0099】このように第1の気密領域内で金属は温度圧力条件にしたがって選択的に気化する。

【0100】また、第1の気密領域に導入されたとき、処理対象物体の樹脂のほとんどは炭化物となっているから、処理対象物体から金属を気化させても分解生成ガスはほとんど発生しない。したがって気化した金属は金属状態のまま高い純度で回収され、また真空ポンプの負荷も軽減される。

【0101】凝縮手段は、このように第1の気密領域で気化した金属を凝縮させて回収するものである。

【0102】例えば第1の気密領域に排気系を有する回収チャンバを接続し、このチャンバ内で気化した金属を融点以下に冷却して凝縮させ回収するようにしてもよい。回収チャンバ内を例えば向流構造や螺旋構造にするようにしてもよい。あるいは回収チャンバと第1の気密領域との間、回収チャンバと排気系との間にバルブや開閉可能な隔壁を設けるようにしてもよい。すなわち処理対象物体から気化した金属が回収チャンバ内に導入されたら、回収チャンバを閉鎖して冷却し、金属を凝縮させて回収するようにしてもよい。

【0103】気化した金属を連続的に凝縮、回収する場合でも、バッチ処理で凝縮、回収する場合でも、回収チャンバ内の気化した金属の滞留時間が長くなれば回収効率は高まる。

【0104】また、第1の気密領域内に N_2 や希ガスをキャリアガスとして導入するようにしてもよい。気化した金属はキャリアガスにより回収チャンバに効率的に導

入される。

【0105】凝縮手段は複数系統備えるようにしてもよい。複数の凝縮手段で同じ金属を回収するようにしてもよいし、第1の気密領域内の温度と圧力を段階的に調節して複数の金属をそれぞれ選択的に気化させ、複数系統の凝縮手段を切り換えて回収するようにしてもよい。

【0106】また凝縮手段は多段に接続するようにしてもよい。

【0107】このように本発明の処理装置が備える減圧加熱手段は樹脂と金属とを構成材として有する物体を処理するものである。本発明の処理装置が備える減圧加熱手段は、処理対象物体の構成樹脂を分解する第1の熱分解手段を、処理対象物体の構成金属を気化する減圧加熱手段の前段に備えることにより、樹脂と金属とを構成材として有する物体の処理を可能にしたものである。熱分解手段内から排出される処理対象物体からのガス状排出物は、第1の熱分解手段に接続した改質手段または第2の熱分解手段、冷却手段により前述のようにしゅりされる。したがって、減圧加熱手段で、金属が気化するような十分な加熱と減圧を行うことができる。また、第1の熱分解手段内では、処理対象物体の金属があまり酸化したり気化しないような条件で処理対象物体を分解するから、減圧加熱手段では金属は効果的に処理対象物体から分離回収される。

【0108】本発明の処理装置が備える減圧加熱手段は、処理対象物体から、この処理対象物体に含まれる金属を気化させる温度調節手段と圧力調節手段とを備えた第1の熱分解手段と、第1の気密領域と開閉可能な隔壁によって隔てられた処理対象物体中の金属を選択的に気化する温度調節手段と圧力調節手段とを備えた第2の気密領域と、第1の気密領域に接続され、処理対象物体から気化した金属を凝縮させる凝縮手段と、第2の気密領域に接続され、処理対象物体から気化した金属を回収する第2の回収手段とを具備するようにしてもよい。

【0109】このように減圧加熱手段は、第1の熱分解手段の熱分解残渣などの処理対象物体などに含まれる金属を気化させる気密領域は複数備えるようにしてもよい。すなわち、第1の金属と第2の金属とを構成材として有する物体を処理する際に、第1の熱分解手段では第1および第2の金属があまり酸化されないように処理対象物体を熱分解する温度調節手段と酸素濃度調節手段とを備え、この第1の熱分解手段と開閉可能な隔壁によって隔てられた処理対象物体中の第1の金属を選択的に気化する温度調節手段と圧力調節手段とを備えた第1の気密領域と、第1の気密領域と開閉可能な隔壁によって隔てられた物体中の第2の金属を選択的に気化する温度調節手段と圧力調節手段とを備えた第2の気密領域と、第1の気密領域に接続された物体から気化した第1の金属を凝縮させる第1の凝縮手段と、第2の気密領域に接続

され、処理対象物体から気化した第2の金属を回収する第2の凝縮手段とを具備するようにしてもよい。この減圧加熱手段の特徴は、第2の気密領域を複数備えたことにある。第2の気密領域を複数備えることにより、物体中に含まれる複数の金属はそれぞれ選択的に気化され、凝縮回収される。

【0110】また本発明の処理装置が備える減圧加熱手段は、温度調節手段と圧力調節手段とを備えた1個の気密領域と、この気密容器に接続して配設された、処理対象物体中の第1の金属が選択的に気化するように気密容器内の温度と圧力とを調節したとき物体から気化した第1の金属を回収する第1の凝縮手段と、気密容器に接続して配設された、物体中の第2の金属が選択的に気化するように気密容器内の温度と圧力とを調節したとき物体から気化した第2の金属を回収する第2の凝縮手段とを具備するようにしてもよい。前述した減圧加熱手段が、気密容器内の温度、圧力、酸素濃度条件など条件の異なる複数の気密領域を備えたものであるのに対し、この減圧加熱手段は1つの気密容器内の条件に応じた複数の凝縮手段を備えた処理装置が備える減圧加熱手段である。

【0111】気密容器内の温度調節手段、すなわち処理対象物体の温度調節手段は、前述と同様加熱手段と温度センサを用いるようにすればよい。加熱についても対流、輻射など各種加熱手段を必要に応じて選択または組合わせて用いるようにしてもよい。圧力調節手段についても前述減圧加熱手段同様に、排気手段、加圧手段と圧力測定手段を用いるようにすればよい。排気手段は例えばロータリーポンプ、油拡散ポンプ、ブースターポンプなど各種真空ポンプを用いるようにすればよい。加圧手段としては例えばガスリザーバーから気体を系内に導入するようにしてもよい。圧力測定手段はブルドン管やピラニゲージなどを測定する真空度などに応じて用いるようにすればよい。凝縮手段についても前述同様に備えるようにすればよい。

【0112】また第1、第2の凝縮手段としては、例えば気密領域に排気系を有する回収チャンバを接続し、このチャンバ内で気化した金属を融点以下に冷却して凝縮させ回収するようにしてもよい。回収チャンバ内を例えば向流構造や螺旋構造にするようにしてもよい。あるいは回収チャンバと第1、第2の気密領域との間、回収チャンバと排気系との間にバルブや開閉可能な隔壁を設けるようにしてもよい。すなわち処理対象物体から気化した金属が回収チャンバ内に導入されたら、回収チャンバを閉鎖して冷却し、金属を凝縮させて回収するようにしてもよい。

【0113】例えば鉛が含まれる処理対象物体を減圧加熱手段に保持し、減圧加熱手段内の温度を調節する温度調節手段と、減圧加熱手段の圧力を調節する圧力調節手段と、減圧加熱手段内の温度と圧力とを処理対象物体中の鉛が選択的に気化するように温度調節手段と圧力調節

手段とを制御する制御手段と、減圧加熱手段に接続した、処理対象物体から気化した鉛を凝縮させる回収手段を具備するようにすれば、処理対象物体の熱分解残渣（ガス状排出物から分離された固体状、液体状成分を含む）から鉛を回収することができる。

【0114】この処理装置の減圧加熱手段は、処理対象物体を気密容器内に導入し、気密容器内の温度、圧力あるいは酸素濃度を調節して、処理対象物体中の鉛を選択的に気化させて、処理対象物体から分離、回収することにある。さらに鉛以外の金属についても、この金属が選択的に気化するような所定の温度、圧力条件に気密容器内を制御して、処理対象物体から分離、回収するようにしてもよい。

【0115】また、処理対象物体が鉛と樹脂とを含む場合であっても、第1の熱分解手段において、まず、鉛が気化したり、あまり酸化したりしないような条件で処理対象物体を熱分解することにより、樹脂部分を分解（ガス化、油化、炭化物化）し、ついで減圧加熱手段で鉛を選択的に気化させ、気化した鉛を金属状態で回収することができる。第1の熱分解手段で処理対象物体の構成樹脂を熱分解しておくことにより、処理対象物体中の鉛を積極的に回収することができる。

【0116】そして本発明の処理装置は、このような温度調節手段、圧力調節手段または酸素濃度調節手段を制御する制御手段を備えるようにしてもよい。この制御手段は例えば第1の熱分解手段内の温度、酸素濃度を、処理対象物体中の金属が酸化されないように保持しながら処理対象物体を熱分解するように、また、減圧加熱手段中の金属が選択的に気化するように制御するものである。この制御手段は気密領域の状態を、前述した温度センサ、圧力センサ、酸素濃度センサなどにより測定し、この測定値を加熱手段、排気系、加圧系、キャリアガス導入系などにフィードバックして気密容器内の状態を最適化するようにしてもよい。

【0117】そして、このような制御は減圧加熱手段の気密領域内の状態のパラメータを入力として、加熱手段、排気系、加圧系、キャリアガス導入系などを気密容器内の条件が最適化されるように操作する信号を出力とするような制御装置を備えるようにしてもよい。この制御回路はプログラムとして、制御装置の記憶手段内に格納するようにしてもよい。これらの制御手段は、第1の熱分解手段、改質手段、第2の熱分解手段、冷却手段などと統合して制御するようにしてもよい。

【0118】本発明の処理方法における熱分解工程は、処理対象物体を酸素濃度制御下で加熱して処理対象物体を熱分解する工程である。

【0119】プラスチックなどの樹脂は50℃程度から溶融などが始まり、180～500℃程度で分解し主としてC1～C16の炭化水素系ガスを排出する。これら樹脂などの熱分解によって生じたガス状排出物は前述

21

したようダイオキシンが発生しないように処理され、燃料ガスとしてリサイクルされる。

【0120】前述のようにこの処理対象物体の熱分解はチャンバ内の酸素濃度を調節した状態で行うことが好ましい。酸素濃度はArなどのキャリアガスを導入して調節するようにしてもよいし、第1の熱分解手段のチャンバ内の全圧により調節するようにしてもよい。

【0121】第1の熱分解工程で酸素濃度を調節し、系内を還元性雰囲気を保つことにより、鉛などの金属の酸化を防止することができ、ダイオキシンの発生を抑制することもできる。また、酸素濃度を全圧とは別に調節することにより、第1の熱分解手段内の熱伝導率を低下させずに金属の酸化を防止することができ、処理対象物体の熱分解効率、ガス状排出物の回収効率が向上する。場合によっては、Arなどのキャリアガスを導入して第1の熱分解手段を加圧して、樹脂を分解するようにしてもよい。

【0122】第1の熱分解手段では、処理対象物体中の樹脂は完全に熱分解することが好ましいが、減圧加熱手段での金属の分離、回収に悪影響を及ぼさない程度に分解することができればよい。処理対象物体中の水分や油分は熱分解工程で処理対象物体からほとんど除去されるため、金属を気化させる工程に悪影響を及ぼすことはない。

【0123】例えば鉛(金属)が760mmHgの蒸気圧を示すのは約1745℃であるが、酸化鉛ではより低い1472℃で760mmHgの蒸気圧を示す。したがって、第1の熱分解手段の酸素濃度を制御することにより、金属鉛が酸化鉛に酸化するのを抑制して鉛の飛散を防止し、減圧加熱手段でより積極的に鉛を回収することが

【0124】このように処理対象物体中の金属があまり酸化されないように維持しながら処理対象物体を熱分解したなら、この処理対象物体を、熱分解した処理対象物体に含まれる金属が気化するように減圧下で加熱し、金属を処理対象物体中から分離、回収する。

【0125】処理対象物体中に複数の金属が含まれている場合には、蒸気圧の差により目的金属を選択的に気化させる。

【0126】例えば鉛が気化する温度はチャンバ内の圧力によって変化する。大気圧下では例えば1400℃に加熱した場合の鉛の蒸気圧は84mmHgであるのに対し鉄、銅、スズの蒸気圧は1mmHgにも達しない。したがって、処理対象物体を1400℃程度に加熱することにより処理対象物体からほぼ鉛蒸気のみを選択的に発生させることができる。

【0127】また、大気圧下では例えば1740℃での鉛の蒸気圧は760mmHgであるのに対しスズの蒸気圧は15mmHg、銅の蒸気圧は3mmHgにも達しない。したがって、物体を1740℃程度に加熱すること

22

により物体からほぼ鉛蒸気のみを選択的に発生させることができる。

【0128】また、気密容器内を減圧することによりさらに低い温度で処理対象物体中の金属を気化させることができる。

【0129】減圧加熱手段の気密領域内の圧力を 10^{-1} Torrに調節すれば、ほぼ1100K程度に加熱することにより、物体からほぼ鉛蒸気のみを選択的に発生させることができる。また、気密領域内の圧力を 10^{-3} Torrに調節すれば、ほぼ900K程度に加熱することにより、物体からほぼ鉛蒸気のみを選択的に発生させることができる。さらに、気密領域内の圧力を 10^{-4} Torrに調節すれば、ほぼ700K程度に加熱することにより、物体からほぼ鉛蒸気のみを選択的に発生させることができる。このように選択的に発生させた鉛をはじめとする金属の蒸気は、その金属の融点以下に冷却した凝縮手段などで、金属として回収する。

【0130】このように処理対象物体から気化させた金属を凝縮、結晶化して回収する場合、装置内の蒸気鉛の滞留時間を長く設定することで回収率は高くなる。したがって凝縮手段の構造は向流構造あるいは螺旋構造にすることが好適である。

【0131】また、減圧加熱手段の気密領域から凝縮手段へ N_2 や、Arなどの希ガスをキャリアガスとして流すことにより、金属蒸気をより選択的に回収することができる。

【0132】第1の熱分解工程と、減圧加熱工程を連続的に行うようにすれば、投入エネルギーを大きく抑制することができる。すなわち、気体の熱伝導率は圧力低下にしたがって減少するから、減圧加熱工程で気密容器内を減圧するほど大きなエネルギーを投入する必要がある。本発明の処理装置、処理方法において、例えば第1の熱分解手段と減圧加熱手段とを処理対象物体の冷却を抑制するように接続し、第1の熱分解工程を金属を気化させる減圧加熱手段の予備加熱段階として用いるようにすれば、減圧加熱工程で投入するエネルギーを大きく節約することができる。また、第1の熱分解手段で加熱されている処理対象物体が大気中で酸化、燃焼するのを防止することもできる。例えば第1の熱分解手段と減圧加熱手段の気密領域とを、バージ室を介して接続するようにしてもよい。

【0133】また本発明の処理装置が備える減圧加熱手段は、金属で接合された第1の部分と第2の部分を有する処理対象物体を内部に保持する気密領域と、気密領域内の温度を調節する温度調節手段と、気密領域内の圧力を調節する圧力調節手段と、気密領域内の温度と圧力とを金属が気化するように温度調節手段と圧力調節手段とを制御する制御手段とを備えるようにしてもよい。

【0134】また、第1の金属と第2の金属とを有する合金で接合された第1の部分と第2の部分を有する処理

対象物体を内部に保持する気密領域と、気密領域内の温度を調節する温度調節手段と、気密領域内の圧力を調節する圧力調節手段と、気密領域内の温度と圧力を合金が気化するように温度調節手段と圧力調節手段とを制御する制御手段とを具備するようにしてもよい。

【0135】例えばZn、Cd、Hg、Ga、In、Tl、Sn、Pb、Sb、Bi、AgまたはInのうち少なくとも1つの元素を第1の金属として処理対象物体から分離または回収するようにしてもよい。

【0136】また、気密領域内の温度、圧力、酸素濃度を調節することにより、これ以外の金属についても金属状態のまま分離、回収することができる(図13、図18、図19参照)。このことは特に述べない場合も、本発明の全ての部分を通じて同様である。

【0137】第1の熱分解手段で熱分解した第1の部分と第2の部分を有する処理対象物体の熱分解残渣を減圧加熱手段の気密領域に導入してこの気密領域を密閉し、第1の部分と第2の部分を有する処理対象物体とを接合している金属が気化するように気密領域内の温度と圧力を調節するようにすればよい。

【0138】また接合金属が第1の金属と第2の金属とを有する合金である場合には、まず合金中の第1の金属が選択的に気化するように気密領域内の温度と圧力を調節し、つぎに、合金中の第2の金属が気化するように気密領域内の温度と圧力を調節するようにしてもよい。

【0139】例えば、第1の熱分解手段に、樹脂を構成材として有する基板と、この基板と第1の金属と第2の金属とを有する合金で接合された電子部品とからなる実装基板を導入し、合金の第1および第2の金属が気化しないように、かつ樹脂が熱分解するように第1の熱分解手段内の温度と酸素濃度を制御する。そして実装基板の熱分解残渣を減圧加熱手段に導入して、合金中の第1の金属が選択的に気化するように減圧加熱手段の気密領域内の温度と圧力を制御し、ついで合金中の第2の金属が気化するように気密領域内の温度と圧力を制御するようにしてもよい。

【0140】このように本発明によれば、例えばプリント基板と各種電子部品とがPb-Snなどのハンダ合金などで接合された実装基板などのような、金属または合金で接合された部分を有する処理対象物体の接合を解除することができ、また、接合金に例えば鉛などの有害金属が含まれている場合でも、処理対象物体からこれら金属を分離、回収することができる。

【0141】すなわち第1の熱分解手段で熱分解した処理対象物体を減圧加熱手段の気密領域内に導入し、気密領域内の温度、圧力、酸素濃度を調節して、接合している金属または合金を気化させることにより、接合を解除することができる。気化した金属は回収するようにすればよい。

【0142】処理対象物体が樹脂を構成材として有する場合には、まず樹脂部分を第1の熱分解手段で加熱分解し、気化、油化、炭化する。この樹脂の分解は、第1の熱分解手段内の温度、酸素濃度を金属があまり酸化したり気化しないような条件に調節して行うようにすればよい。処理対象物体から金属が気化した場合でも、例えば冷却手段などで凝縮、回収して減圧加熱手段に導入するようにしてもよい。

【0143】ついで気密領域内の温度、圧力を調節して処理対象物体中の接合金属を選択的に気化させる。複数の金属(元素)が処理対象物体中に含まれる場合には、それぞれの金属に応じて気密領域内の温度、圧力を調節し、金属毎に選択的に気化するようにすればよい。

【0144】実装基板以外にも金属または合金で接合された処理対象物体であれば、その接合を解除することができる。

【0145】例えば、本発明の処理装置に破砕せずに実装基板を導入し、酸素濃度を調節し鉛があまり酸化、気化しないような温度で熱分解(例えば450~500℃程度)して、実装基板の構成樹脂を分解する。そして熱分解した実装基板を減圧加熱手段に導入し、鉛が蒸発するように加熱して鉛を気化させ(例えば 10^{-3} Torrではほぼ900K)、同様にスズを気化させて、実装基板を電子部品と回路基板(電子部品を搭載する基板をここでは回路基板とよぶ)とに分離し、回収するようにしてもよい。

【0146】鉛などの金属が第1の熱分解手段で気化しても、ガス状排出物の処理系に金属の分離手段を設けるようにすればよい。

【0147】また、例えば、本発明の処理装置に実装基板を導入し、鉛を回収した後、さらに、例えば973K程度まで加熱して、Zn、Sbなどを気化させ回収するようにしてもよい。

【0148】さらに例えば1773K程度まで加熱して、Au、Pt、Pd、Ta、Ni、Cr、Cu、Al、Co、W、Moなどを気化させ回収するようにしてもよい。ハンダ合金はPb-Snに限ることはなく、例えばAg-Sn、Zn-Sn、In-Sn、Bi-Sn、Sn-Ag-Bi、Sn-Ag-Bi-Cuなどのような、いわゆるPbフリーハンダでもよい。また、これら以外の合金や、金属単体により接合されていてもよい。

【0149】また本発明によれば樹脂と金属とが一体化した処理対象物体を効果的に処理することができるすなわち、樹脂と金属とが一体化した処理対象物体を第1の熱分解手段へ導入し、まず樹脂部分を加熱分解し、気化、油化、炭化する。この樹脂の分解は、第1の熱分解手段の温度、酸素濃度あるいは圧力を金属があまり酸化したり気化しないような条件に調節して行うようにすればよい。

【0150】この操作のみでは未だ処理対象物体中から金属を分離することが困難な場合には、ついで減圧加熱手段を導入し、気密領域内の温度、圧力を調節して処理対象物体中の金属を選択的に気化させる。複数の金属(元素)が処理対象物体中に含まれる場合には、それぞれの金属に応じて気密領域内の温度、圧力を調節し、金属毎に選択的に気化するようにすればよい。このように、本発明装置および処理方法では、単に樹脂と金属とを有する処理対象物体だけでなく、樹脂と金属が一体化した処理対象物体も処理できる。このような樹脂と金属とを有する処理対象物体としては、例えば、レトルト食品などの包装容器などのプラスチックフィルムでラミネートされたアルミニウム箔や、樹脂と銅・ニッケルなどの金属が一体化したプリント基板、フレキシブル基板あるいはTABのフィルムキャリア、IC、LSI、抵抗器、あるいはシュレッターダストなどを1例としてあげることができる。

【0151】処理対象物体の構成金属が、全体として酸化したり気化したりしないようにするには、例えば、気密領域内の圧力を制御して廃棄物を加熱するようにしてもよいし、気密領域内の酸素濃度を制御して処理対象物体を加熱するようにしてもよい。酸素濃度を制御するには、気密領域内の全圧を調節することにより酸素分圧を調節するようにしてもよいし、窒素ガス、希ガスなどのガスを気密領域内に導入して系内の酸素濃度を調節するようにしてもよい。処理対象物体の加熱により樹脂部分の酸化が急速に進むと、すなわち燃えてしまうと、樹脂部分と一体化している金属部分も酸化されて酸化物となり利用価値が低下するだけでなく、前述のようにダイオキシンの発生につながるのので注意が必要である。

【0152】また金属部分が複数の金属からなっているような場合、さらに加熱し、元素ごとに選択的に蒸発させて回収するようにしてもよい。

【0153】処理対象物体の樹脂の分解生成ガスは凝縮させて回収するようにしてもよく、例えば油化装置などで回収するようにしてもよい。水素ガスは吸着させるなどして回収するようにすればよいし、またハロゲン化炭化水素などが発生する場合には、例えば触媒などを用いて分解するようにしてもよい。

【0154】また、樹脂がポリ塩化ビニル系の樹脂など塩素を含む場合には、例えば第1の熱分解手段と、改質手段または第2の熱分解手段との間、あるいは改質手段または第2の熱分解手段と冷却手段との間などのガス状排出物処理系で例えば高温に加熱した鉄と接触させハロゲン化鉄として回収するようにしてもよい。

【0155】処理の1例として例えば、各種包装容器などに用いられているプラスチックフィルムでラミネートされたアルミニウム箔(樹脂被覆アルミニウム箔という、以下、同じ)の処理について説明する。

【0156】第1の温度が400℃未満では樹脂部の炭

化・油化などの分解が不十分である。また、650℃以上に加熱するとアルミニウムは溶融してしまうので、第1の温度を約400～650℃に設定して熱分解することにより、樹脂部分は分解(気化、油化、炭化)し、アルミニウム箔は金属状態のまま回収される。

【0157】第1の熱分解手段内の圧力を 10^{-2} Torr程度以下に減圧し、あるいはArなどのガスを導入して酸素濃度を調節して熱分解すればさらに好適である。第1の温度も550～600℃に設定すればさらに好ましい。

【0158】また本発明は、樹脂と銅とが一体化した例えば回路基板などの処理対象物体を処理することもできる。例えば樹脂と銅とが積層された回路基板を第1の熱分解手段で熱分解し、樹脂成分を熱分解したのち減圧加熱手段を導入する。減圧下で回路基板の銅が溶融し、その表面張力で粒状に凝集するように熱分解残渣をさらに加熱する。そして、この処理対象物体をバージ室を介して減圧加熱手段から取り出すことにより、銅と炭化物との分離が容易になる。

【0159】

【発明の実施の形態】以下に本発明について図を参照しながらさらに詳細に説明する。

【0160】(実施形態1)図1は本発明の処理装置の1例を概略的に示す図である。図2は図1に例示した本発明の処理装置の構成を模式的に示す図である。

【0161】この処理装置10は、樹脂と金属とを含有する処理対象物体を第1の温度で熱分解する第1の熱分解手段である熱分解炉20と、この熱分解炉2と接続して配設され、処理対象物体から生じたガス状排出物をダイオキシンが分解するような第2の温度で改質または熱分解するガス分解器30と、ガス分解器30と接続して配設され、第2の温度で改質されたガス状排出物中のダイオキシン濃度の増加が抑制されるように、ガス状排出物を第3の温度まで急冷する冷却手段である冷却塔40と、処理対象物体の熱分解により生じた残渣、ガス状排出物から分離された固形物などを、この残渣に含まれる金属が気化するように減圧下で加熱する減圧加熱炉50と、残渣から気化した金属を凝縮する回収チャンバ60とを具備したものである。

【0162】すなわち、本発明の処理装置は樹脂と金属とを含有する処理対象物体を熱分解炉に導入して熱分解し、処理対象物体から排出されたガス状排出物はガス分解器、冷却塔から主要部が構成されるガス状排出物処理系により処理して無害化、クリーンガス燃料化し、ガス状排出物を排出した処理対象物体の熱分解残渣は減圧加熱炉に導入して金属を分離回収するものである。

【0163】熱分解炉20は、処理対象物体が酸素濃度制御下で熱分解されるような第1の温度で熱分解するものであり、例えばシュレッターダスト、廃回路基板などからガス状排出物を抽出する。ここでガス状排出物と

は、基本的には排出ガスからなるが、この排出ガスに混入する固体状微粒子、液体状微粒子などを含む場合を排除しない。

【0164】図3は、熱分解炉20の構造の1例を模式的に示す図である。熱分解炉20は処理対象物体を熱分解する熱分解チャンバ21と、熱分解チャンバ21を加熱する燃焼チャンバ22とからなっており、燃料ガス配管23から導入した燃料ガスを燃焼室24で燃焼させ、この燃焼熱により熱分解チャンバ21内を加熱している。熱分解炉20には図示しない温度調節手段と酸素濃度調節手段が配設されており、熱分解チャンバ21内を第1の温度に保つとともに、熱分解が還元性雰囲気で行われるように酸素濃度を調節している。

【0165】熱分解炉20の第1の温度を調節する温度調節手段としては、加熱手段と温度測定手段を用いるようにすればよい。加熱手段としては、各種対流加熱、輻射加熱などを必要に応じて選択し、又は組合わせて用いるようにすればよい。例えばシーズヒーターなどの抵抗加熱を用いるようにしてもよいし、ガス、重油や軽油などをチャンバ外で燃焼させるようにしてもよい。さらに、処理対象物体の樹脂などから排出されるガスを改質、無害化、中和したうえで燃料ガスとして、熱分解炉20ははじめとする本発明の処理装置の熱源として再利用するようにしてもよい。また例えば上述のようにして得たクリーンな燃料ガスをガスタービン発電機に導入して電力に変換し、この電力により熱分解炉20をはじめとする本発明の処理装置の運転に用いるようにしてもよい。

【0166】温度測定手段としては各種温度センサを用いるようにすればよい。第1の温度は、処理対象物体の樹脂が熱分解するとともに、処理対象物体の金属ができるだけ酸化されないように設定するようにすればよいが、後述するように、ダイオキシンの発生源を多段階で絶つために、熱分解炉20を還元性条件に保つことが好適である。例えば、塩素を含む芳香族系炭化水素化合物を還元性条件下で熱分解することにより、この芳香族系炭化水素化合物の塩素はHC1等に分解される。したがってダイオキシンの発生が抑制される。

【0167】この熱分解炉20では処理対象物体を約250℃～約600℃程度、より好ましくは400～550℃程度の温度範囲で熱分解するようになっている。この第1の温度は、処理対象物体の性質、構成などにより必要に応じて調節するようにすればよい。熱分解炉20の第1の温度を比較的低温に設定することにより、処理対象物体の重金属などの気化を防ぐことができ、後段の減圧加熱炉50でより効率的に分離回収することができる。また、熱分解炉20の負荷も低減され、耐用年数を長くすることができ、処理コストを低減することができる。

【0168】酸素濃度調節手段は例えば酸素濃度測定手

段である酸素濃度センサとキャリアガス導入系とを用いるようにしてもよい。

【0169】酸素濃度センサは例えばジルコニア（酸化ジルコニウム）を採用したいわゆるジルコニアセンサを用いるようにしてもよいし、赤外分光法で例えばCOとCO₂の吸収を測定するようにしてもよい。さらに、GC-MSを用いるようにしてもよく、必要に応じて選択し、あるいは組合わせて用いるようにすればよい。

【0170】キャリアガスとしては例えばArなどの希ガスをを用いるようにしてもよい。また、このキャリアガスにより、熱分解炉20内の酸素濃度が調節されるだけでなくガスを効率的にガス分解器30へ導くこともできる。さらに、圧力調節手段と兼ねるようにしてもよい。

【0171】なお熱分解炉20は、処理対象物体を酸素濃度制御下で熱分解することができればよく、例えばロータリーキルンなどを用いるようにしてもよい。

【0172】また、熱分解炉20の前段にシュレッダー25を設けるようにしてもよい（図10参照）。装置外部から持ち込まれた処理対象物体をシュレッダーで破砕、分別してから熱分解炉20に導入するようにしてもよいし、破砕せずに熱分解炉20に導入するようにしてもよい。処理対象物体が廃回路基板の場合には破砕せずに熱分解炉20に導入することが好適である。

【0173】処理対象物体が導入された熱分解炉20内は、処理対象物体中の金属の状態はできるだけ酸化されないように、また樹脂の熱分解に際して有機化合物と結合した塩素ができる限る無機化されるように、温度・酸素濃度条件を調節するようにすればよい。この温度、酸素濃度条件はあらかじめ設定しておくようにしてもよいし、温度や酸素濃度の測定値を加熱手段、酸素濃度調節手段などにフィードバックして制御するようにしてもよい。酸素濃度を測定する必要がある場合には例えばジルコニアセンサなどを用いるようにすればよい。

【0174】また、熱分解炉20の熱分解チャンバ21内の圧力を制御するようにしてもよい。例えば熱分解チャンバ21内を減圧すると、酸素濃度も低下し加熱により処理対象物体が急激に酸化されることはない。また加熱により樹脂から大量の分解生成ガスが発生するが、一般的に樹脂は分解してもほとんど酸素を発生しない。さらに、樹脂の分解生成物も容易に気化される。

【0175】一方、減圧すると熱分解チャンバ21内の熱伝導率は低下する。しかし熱分解炉20内が非酸化雰囲気であれば、大気圧下または加圧下でも処理対象物体は酸化されない。したがって熱分解チャンバ21内が非酸化雰囲気であれば、加圧が可能であり系内の熱伝導率が向上する。

【0176】処理対象物体から排出されるガス状排出物は、配管を通じてガス分解器30へ導入される。図1に例示した処理装置10では熱分解炉20とガス分解器3

0との間にガス状排出物中の塵などの固体状排出物を分離するサイクロン分離器29が配設されているが、このサイクロン分離器29は必要に応じて備えるようにしてもよい。

【0177】ガス分解器30は処理対象物体から排出されたガス状排出物を、第1の温度よりも高い第2の温度で熱分解または改質するものである。ここで熱分解または改質とは、処理対象物体から排出されたガス状排出物に含有される炭化水素系化合物を、より低分子の水素、メタン、一酸化炭素などに変化させることをいう。また、水素化精製処理(kydrereforming)なども行うようにしてもよい。系内を還元性条件に保って改質することは前述のようにダイオキシンの発生源を断つという観点からも好適である。また、ガス分解器30内が還元性雰囲気中に保たれるならば、ガス分解器30内に少量の空気を導入するようにしてもよい。ガス分解器30では熱分解だけでなく、これに加えて例えば触媒を用いる接触分解も行うようにしてもよい。触媒としては、例えばシリカ・アルミナやゼオライト(アルミノケイ酸塩)などの固体酸にPt、Reなどの金属を担持させて用いるようにしてもよい。

【0178】ガス分解器30を熱分解炉20と分離して備えることにより、第1の温度より高い第2の温度で処理対象物体からのガス状排出物を処理することができ、ガス状排出物の改質、塩素の無機化が効果的に行うことができる。

【0179】ガス分解器30は、処理対象物体に直接的または間接的に由来するダイオキシンができるだけ分解するような条件を保つことが望ましい。例えば第2の温度を800℃程度に設定することによりかなりのダイオキシンを分解することができる。また第2の温度を1000℃以上、より好ましくは1200℃以上に設定することにより、さらに効果的にダイオキシンを分解することができる。このガス分解器30は、ダイオキシンが分解するような第2の温度に設定されるから、この第2の温度でガス状排出物の炭化水素の熱分解も同時に生じることになる。

【0180】処理対象物体から排出されたガス状排出物に含有される炭化水素系化合物は、ガス分解器30で改質、熱分解されることにより、低分子化され水素、メタン、一酸化炭素などに変化する。また、ガス状排出物にダイオキシンが含まれる場合にはこのダイオキシンの殆どは分解される。さらに、有機塩素は無機化され、ダイオキシンの再合成が抑制される。

【0181】図4はガス分解器30の構造の1例を模式的に示す図である。図4(a)に例示したガス分解器は、コークスを充填したチャンバ内に、熱分解炉20からのガス状排出物と、少量の空気を導入することにより、ガス状排出物を熱分解、改質するとともに、還元性雰囲気かつダイオキシンが分解するような温度条件を形

成したものである。

【0182】図4(b)に例示したガス分解器は燃料ガスと空気を燃焼させてチャンバをダイオキシンが分解するような温度に加熱し、このチャンバ内に熱分解炉20からのガス状排出物を導入して、熱分解、改質するようにしたものである。

【0183】ガス分解器30のチャンバ内には例えば前述したような触媒などの接触分解手段を備えるようにしてもよい。

10 【0184】また、必要に応じてガス分解器30にチャンバ内の温度、酸素濃度を調節するための温度調節手段と酸素濃度測定手段を備えるようにしてもよい。酸素濃度調節手段としては前述のような酸素濃度センサとキャリアガス導入系とを用いるようにしてもよい。さらに、水素ガスリザバを接続するようにしてもよいし、Arなどの不活性ガスリザバを接続するようにしてもよい。

20 【0185】このように処理対象物体から排出されたガス状排出物に含有されるガス状排出物はガス分解器30または第2の熱分解手段により低分子化され、水素、メタン、一酸化炭素などに変化する。

【0186】ガス分解手段30で熱分解、改質されたガス状排出物は冷却塔40に導入される。

【0187】冷却塔40はガス分解器30と接続して配設され、第2の温度で改質または熱分解されたガス状排出物を、このガス状排出物中のダイオキシン濃度の増加が抑制されるように、第3の温度まで急冷するものである。

30 【0188】すなわち、ガス分解器30または第2の熱分解手段において、第2の温度で改質または熱分解されたガス状排出物中のダイオキシン濃度は、第2の温度でダイオキシンが分解するような温度であること、この温度で分解、あるいは改質される炭化水素系化合物の塩素は還元性雰囲気によりされ無機化されることから極めて低いものである。したがって、この状態からのダイオキシンの生成、再合成が生じないように、ガス状排出物中のダイオキシン濃度の増加ができるかぎり抑制されるように第3の温度まで急冷するようにするのである。第3の温度は、ダイオキシンの生成反応が生じないような温度に設定すればよい。例えばダイオキシンが分解している状態のガス状排出物(ガス分解器30における第2の温度と同じでなくとも、ダイオキシンが分解するような温度より高い温度であればよい)から150℃以下、好ましくは100℃以下、さらに好ましくは50℃以下、最も好ましくは35℃以下まで急冷することによりダイオキシンの生成、再合成を抑制することができる。このときガス状排出物を第3の温度までできるだけ短時間で冷却することが好ましい。これは約200℃〜約400℃ではダイオキシンが生成、再合成されやすいためであり、ガス状排出物を第3の温度まで急冷してダイオキシンが生成、再合成されやすい温度範囲に滞留する時間を

31

できるだけ短くすることにより、より効果的にガス状排出物中のダイオキシン濃度を抑制することができる。したがって冷却塔40におけるガス状排出物の冷却は好ましくは約10秒程度以内で急冷することが好ましい。

【0189】このような冷却塔40としては、ガス状排出物に水、冷却油などの冷媒を直接噴射して接触冷却するようにしてもよい。このときガス状排出物に石灰粉末などのアルカリ性粉末を噴射するようにすれば、ガス状排出物は中和される。また例えばガス状排出物中のHC

1は、石灰粉末と接触して固体表面に拡散されるからダイオキシンの生成、再合成を抑制することもできる。【0190】図5は冷却塔40の構造の1例を模式的に示す図である。図5(a)は分解器30から導入されたガス状排出物整流して冷却水、冷却油などの冷媒を直接噴射し、ガス状排出物を第3の温度まで冷却する構造となっている。図5(b)では冷媒とともに石灰粉などの中和剤を噴射して、ガス状排出物を中和すると同時に、ガス状排出物中の塩素を固定してダイオキシンの発生源をガス状排出物から取り除く構造となっている。

【0191】また、冷却塔40には図示しない温度センサがガス状排出物導入部および冷却ガス排出部に備えられており、また導入されるガス状排出物の冷却速度管理手段、例えば冷媒の流量・温度調節手段が備えられており、ガス状排出物の冷却速度はダイオキシンの生成、再合成が抑制れるように制御されている。

【0192】このように熱分解炉20で処理対象物体から排出されたガス状排出物は、ガス分解器30でダイオキシンが分解するような温度で熱分解または改質され、冷却塔40によりダイオキシンの生成、再合成が生じないように急冷されることにより、水素、メタン、一酸化炭素等に変化し、また、ガス状排出物中のダイオキシン濃度も大きく低減される。このように本発明の処理装置においては処理対象物体の分解、処理対象物体からのガス状排出物の分解を熱分解炉20と、ガス分解器30の複数段階で処理することにより、そして、このような分解手段を還元性雰囲気を保つことにより、ダイオキシンの発生を抑制することができる。

【0193】第2の温度を800℃に設定し、第3の温度を150℃に設定することによりガス状排出物中のダイオキシン濃度を0.1~0.5TEQng/Nm³に低減することができた。また第2の温度を1150℃に設定し、第3の温度を50℃に設定することによりガス状排出物中のダイオキシン濃度を0.1TEQng/Nm³以下に低減することができた。

【0194】冷却塔40で冷却されたガス状排出物は、必要に応じて洗浄、脱硫を行うようにしてもよい。

【0195】また、冷却塔40で冷却されたガス状排出物を例えばバグフィルターなどの中和反応ろ過手段に導入するようにしてもよい。冷却塔40と中和反応ろ過手段との間に、ドライベンチュリーなどにより消石灰、ろ

32

過助剤(例えばゼオライト、活性炭などの空隙率の高い粒子、デシソープ、シラスバレーン)などをガス状排出物の気流に吹き込むようにしてもよい。図6は冷却塔40の後段にバグフィルター70を接続したガス状排出物処理系の構成の一部を示す図である。冷却塔40で凝縮した重金属微粒子などの固体状排出物、バグフィルター70から排出される固形物などは、減圧加熱炉50に導入して処理することにより、ガス状排出物中に鉛、すず、ひ素、カドミウムなどなどの金属が含まれる場合であっても分離回収することができる。

【0196】このように処理した、処理対象物体から排出されたガス状排出物は熱分解炉20の加熱の熱源として用いるようにしてもよいし、ガスタービン発電機に供給して電力を得るようにしてもよい。さらにこの電力を本発明の処理装置の熱源その他に用いるようにしてもよい。

【0197】一方、熱分解炉20でガス状排出物を排出した処理対象物体の熱分解残渣は、減圧加熱炉50に導入される。処理対象物体の有機物成分は第1の熱分解手段である熱分解炉20でほとんど分解されるから、熱分解残渣は主として金属と炭化物、あるいはガラスから構成される。

【0198】この処理対象物体である熱分解残渣から金属を分離・回収する減圧加熱炉50は、バージ室51、第1の気密室52、冷却室53とから構成されており、各室は開閉可能な隔壁54により隔てられている。また、熱分解炉20と減圧加熱炉50の第1の気密室を、バージ室51を介して接続するようにしてもよい。

【0199】図1に例示した処理装置の減圧加熱炉50では、処理対象物体は隔壁54aを開いてバージ室51に導入される。隔壁54aを閉じてバージ室51内を図示しない排気系により荒引きしたのち、隔壁54bを開いて処理対象物体を第1の気密室52へ移動する。

【0200】隔壁54bを閉じ、第1の気密室52内を処理対象物体中の金属が減圧下で気化するように圧力、温度を制御する。処理対象物体から気化した金属は、回収チャンバ60で凝縮させて回収する。55は排気系である。排気系の排気ガスを分解器30に導入するようにしてもよい。

【0201】所望の金属を気化させた後、図示しない排気系により減圧されているれきやく室53との間の隔壁54cを開いて、処理対象物体を冷却室53へ移動する。

【0202】隔壁54cを閉じて処理対象物体を冷却し、処理対象物体が大気中でも安定な状態になったら、冷却室53をリークし隔壁54dを開いて処理対象物体を取り出す。

【0203】処理対象物体中は炭化物と気化しなかった金属とからなっているが、これらに金属は容易に炭化物から分離することができる。

【0204】以上のように本発明によれば、樹脂と金属とを有する処理対象物体を高度に再資源化することができ、しかもダイオキシンの発生を防止することができる。

【0205】(実施形態2) 図7は本発明の処理装置の別の1例を概略的に示す図である。図8は、図7に例示した本発明の処理装置の構成を模式的に示す図である。この処理装置では冷却塔40で冷却したガス状排出物中の酸性成分を中和洗浄塔61で中和し、脱硫塔62で脱硫してクリーンな燃料ガスとして利用できるようにして

いる。この燃料ガスは熱分解炉20の燃焼室23へ送られて熱分解炉の加熱燃料として使用され、また、活性炭フィルタ63でろ過してからガスタービン発電機64へ送られて電力に変換される。熱分解炉20を加熱した排ガスおよびガスタービン発電機64の排ガスはGC-M Sなどで成分、濃度をモニターし、安全を確認してから煙突66より大気中へ放出される。

【0206】このような構成を採用することにより、本発明の処理装置は、処理対象物体をより効率的に処理することができる。例えば無害化されガス状排出物を中和、洗浄してクリーンな燃料ガスとして熱分解炉の加熱に利用し、さらにガス発電機で得た電力により減圧加熱炉を稼働したり、あるいは発電することにより装置のランニングコストを極めて低く抑制することができる。

【0207】また第1の熱分解手段内の第1の温度が600℃以下と低温なため熱分解炉の耐用年数が長く、維持管理も容易にすることができる。

【0208】図9は本発明の処理方法を廃棄物処理に適用した例を模式的に示す図である。すなわち廃棄物を熱分解し、廃棄物から排出されるガス状排出物はガス状排出物処理系でクリーン燃料ガス化し、熱分解残渣は減圧加熱炉に導入して重金属、有用金属、活性炭などとして回収することができる。

【0209】図10は本発明の処理装置の前段に備えることができるシュレッダー装置の構成の1例を模式的に示す図である。ここでは廃自動車処理するシュレッダー装置を例示した。

【0210】廃自動車はシュレッダーにより破碎され、磁気、風力などにより鉄類、非鉄類、非金属類などが分別される。このような分別残渣がシュレッダーダストである。シュレッダーダストには、樹脂(繊維、紙を含む)、ガラス、重金属を含む各種金属が含まれている。本発明は上述のような構成を採用することにより、従来処理技術が確立されていなかったこのようなシュレッダーダストも安全かつ効率的に処理することができる。

【0211】シュレッダーダストを熱分解炉20に投入し、400~500℃で加熱分解して、シュレッダーダストの樹脂成分あるいは有機物成分などから排出されるガス状排出物をガス分解器30に導いて、ダイオキシン等の有害物を分解無害化するため第2の温度を1100

℃以上(より好ましくは1150℃以上)で加熱分解した。そして、その直後に第3の温度を100℃以下(望ましくは50℃以下)に設定した冷却塔40で10sec以内に急冷することにより、ダイオキシンの発生を0.1TEQng/Nm³以下に抑制することができた。このように処理した処理対象物体からのガス状排出物をガス洗浄(中和)装置、脱硫装置によりシアン化物、硫化物、窒化物などを除去して、クリーンな燃料ガスを取得することができた。

【0212】この燃料ガスは熱分解炉20の加熱熱源として利用するとともに、ガスタービン発電機で発電して電力に変換し、減圧加熱炉50を稼働している。

【0213】また処理対象物体の熱分解残渣は減圧加熱炉50に導入され、10⁻¹~10⁻³Torrの減圧下で加熱して、Pb、Sb、As、Cd、Sn、Zn等の金属は99%以上の収率で分離回収することができた。減圧加熱炉50で処理した処理対象物体はPb、Sb、As、Cd、Sn、Znを0.1ppmレベルまで低減することができた。

【0214】減圧加熱炉50で処理した処理対象物体に残っていた鉄類は比重選考法、電気磁石等で分離回収し、最終的に無害で高純度の炭化物が得られた。この炭化物は活性炭フィルタ63で利用してもよいし、有効な土壌改良剤等に活用することができる。

【0215】このように本発明によれば、家庭電気製品、自動車、精密機器等、あるいはこれらの廃棄物のシュレッダーダストを、酸素濃度を制御して熱分解し、ガス状排出物処理系と熱分解残渣処理系で処理することにより、ガス状排出物はダイオキシンなどの有害物質を分解、無害化してクリーンなガス燃料とすることができ、このガス燃料を熱分解炉等の燃焼室導いて加熱熱源として用いることもできる。さらに、このガス燃料を用いて発電することもできる。湯水期には水が不足し、コンスタントに電力を供給することが困難な水力発電方法と比較して、シュレッダーダストは豊富で低価格な資源であり、本発明の処理装置を用いて非常に効率的に発電することができる。また、本発明の処理装置はモジュール構成となっているため小規模から大規模まで幅広い規模に応じて、また用途に応じて対応することができる。

【0216】一方熱分解残渣は真空加熱により各種金属を高純度の金属状態で分離回収することができ、炭化物も重金属が除去されており、有効に活用することができる。また減圧加熱炉は溶融炉と比較して小型であり、設置費用、設置場所等が少なくすみ、市町村規模の廃棄物処理にも効率的に対応することができる。

【0217】このように、有害物質またはその原料物質を含み、燃焼させるとダイオキシン類をはじめとする有害物質を生成する多量の廃棄物を、環境中に有害物質、重金属などを放出することなく、再利用可能な物質を高純度状態で回収することができる。

【0218】また本発明の処理装置、処理方法により、有害ガスを発生させることなく実装基板廃棄物などから、容易に回路基板と各種IC、抵抗器、コンデンサ等の電子部品を分離し、同時に、半田合金などを分離回収することができる。

【0219】まず、実装基板を破砕せずに熱分解炉20に導入し、第1の温度を250～500℃に設定して熱分解する。このとき熱分解炉内を減圧するようにしてもよい。実装基板の熱分解により生じるガス状排出物は、ダイオキシン等の有害物の発生を押さえるため、ガス分解器30に導き800℃以上で加熱分解した後、冷却塔40にて100℃以下に急冷する。熱分解残渣は減圧加熱炉50に導入して 10^{-3} 程度まで減圧し、350～700℃に順次昇温して、はんだ合金の構成金属を蒸発させた。したがって、回路基板と各種IC、抵抗器、コンデンサ等の電子部品を分離し、同時に、蒸発した鉛などの金属を回収経路の途中に設けた凝集手段で回収する。

【0220】このような方法により電子部品と回路基板とをほぼ完全に分離することができた。また、有害なPb等の低融点金属もほぼ完全に(0.1ppmレベル)除去された。樹脂部から発生したガス状排出物中の有害物質濃度も極めて低く、例えばダイオキシンは0.1～0.5TEQng/Nm³まで低減することができた。

電子部品が実装解除され、接合金属が除去された回路基板は炭化されており、配線用の銅を含んだ状態になった。各種IC、抵抗器、コンデンサ等の電子部品からも有害なPb、Sbなどの金属は除去され、モールド樹脂などの樹脂部は炭化し、一部Si、Au、Ni、W、Mo等の金属を含んだ状態になった。

【0221】ついで、銅を含む炭化した回路基板を減圧加熱炉50内で、更に、加熱(1050～1200℃)し、銅箔を半溶融させて、数mmの球状に凝集させた。このような処理を施すことにより銅の炭化物からの分離回収が容易になった。この炭化物と金属銅とからなる回路基板は、炭酸カルシウム水溶液などにより洗浄し、高純度の銅を回収することができた。

【0222】このように本発明によれば実装基板廃棄物を有害物質を放出させず、かつ有害物質を除去し、また、人手によらず容易に回路基板と各種電子部品とを分離することができる。また同時に、半田合金の構成金属をはじめとする各種金属を蒸発させて分離回収することができる。また蒸発しなかった銅などの金属を高純度で回収することができる。本発明によれば従来有効な処理技術が確立されていなかった実装基板などの廃棄物を環境中に有害物質、重金属などを放出することなく、再利用可能な物質を高純度状態で回収することができる。

【0223】(実施形態3) つぎに、本発明の減圧加熱手段についてさらに詳しく説明する。

【0224】図11は本発明の処理装置が備える減圧加

熱装置の1例を概略的に示す斜視図である。一部を切り欠いて内部の様子を示した。

【0225】この減圧加熱炉100は樹脂と金属とを構成材として有する処理対象物体150の熱分解残渣および、ガス状排出物から分離された固体状排出物、スラグなどを処理するものであり、パージ室101、第1の気密室102、第2の気密室103、冷却室104から構成されている。

【0226】これら各室は開閉可能な隔壁である扉105によって隔てられている。すなわち、装置外部とパージ室101とは扉105aにより、パージ室101と第1の気密室102とは扉105bにより、第1の気密室102と第2の気密室103とは扉105cにより、第2の気密室103と冷却室104とは扉105dにより、そして冷却室104と装置外部とは扉105eによりそれぞれ隔てられている。

【0227】これら各室を隔てる扉105は気密保持性と断熱性を備えており、各室を熱的、圧力的に隔てている。扉105a、105bにかかる熱的負荷は小さいので気密性が保持できればよい。

【0228】パージ室101には排気系106が接続されている。この排気系106は油拡散ポンプ106a、ブースターポンプ106b、ロータリーポンプ106cを備えている。パージ室101と排気系106との間、それぞれの真空ポンプ間には図示しないバルブが配設されている。

【0229】パージ室101と排気系106との間には、パージ室101内の減圧などにより処理対象物体150から排出される水分や水素ガスなどを除去するトラップ107が配設されている。したがって、パージ室内で処理対象物体150から水分や水素ガスなどが排出されたとしても、排気系106に悪影響を及ぼすことはない。このトラップ107は必要に応じて備えるようにすればよい。

【0230】パージ室101内の圧力はこの排気系106と、図示しない圧力センサである真空計により調節されている。真空計としてはブルドン管、ピラニーゲージなどを必要に応じて用いるようにすればよい。

【0231】また、パージ室101にはパージ室101内をガス置換するためのキャリアガス導入系が接続されており、108はキャリアガス導入弁である。キャリアガス導入系は図示しないキャリアガスリザーバーに接続されている。ここではキャリアガスとしてN₂を用いているが、例えばArなどの希ガスをを用いるようにしてもよい。

【0232】また、パージ室101に加熱手段を備えて、処理対象物体150を予熱するようにしてもよい。

【0233】パージ室101と第1の気密室102の圧力をほぼ等しくし、扉105bを開きプッシャー130で処理対象物体150を第1の気密室102へ移動させ

る。以後特に述べないが、扉105はこの扉が隔てる両側の圧力をバランスさせて開閉するようにすればよい。

【0234】第1の気密室102は、処理対象物体150の構成金属を処理対象物体150から選択的に気化させ回収するための処理室である。

【0235】この第1の気密室102は加熱手段である電熱ヒーター109を備えている。この電熱ヒーターは、ガスタービン発電機64により電力を供給するようにしてもよい。加熱手段は電熱ヒーター109に限らず、必要に応じて選択または組合わせて備えるようにすればよい。例えば気密領域の外側からガス、油等を燃焼させてもよいし、誘電加熱を行うようにしてもよい。また、処理対象物体150から得た燃料ガスをを用いるようにしてもよい。

【0236】第1の気密室102内の温度は、この電熱ヒーター109と図示しない温度センサおよび温度センサから測定値により電熱ヒーターを制御する図示しない制御手段により調節している。制御手段は、例えば、温度センサからの測定値または測定電圧を入力とし、電熱ヒーターへの投入電力を変化させるような信号または電圧を出力とするプログラムを電子計算機に搭載して用いるようにしてもよい。

【0237】このような制御はアナログ回路によってもよいし、測定温度に応じて操作員が加熱手段を操作するようにしてもよい。

【0238】図11に例示した減圧加熱装置においては、第1の気密室102内の温度は、後述する第1の気密室102内の圧力とともに、また、バージ室101、第2の気密室103、冷却室104内の諸条件および隔壁105の開閉、処理対象物体150の移送とともに、統合的に図示しない制御手段により制御している。この制御手段は、例えば制御プログラムを電子計算機に搭載して行うようにしてもよい。第1の気密室102にも排気系110が接続されている。この排気系の構成はバージ室101の排気系110と同様の構成となっている。

【0239】第1の気密室102内の圧力はこの排気系110と、図示しない圧力センサである真空計により調節している。真空計としては前述同様ブルドン管、ピラニゲージなどを必要に応じて用いるようにすればよい。

【0240】第1の気密室102には、この室内の酸素濃度を調節するためのキャリアガス導入系が接続されており、112はキャリアガス導入弁である。キャリアガス導入系は図示しないキャリアガスリザーバーに接続されている。

【0241】酸素濃度調節手段は必要に応じて備えるようにすればよい。第1の気密室102内を減圧すると処理対象物体の昇温効率が低下するので、まず比較的真空度の低い段階で酸素濃度を調節して処理対象物体を加熱

し、ついでより真空度を高くするなどして処理対象物体の昇温効率を高めるようにしてもよい。

【0242】ここではキャリアガスとしてN₂を用いているが、例えばArなどの希ガスをを用いるようにしてもよい。

【0243】排気系110とキャリアガス導入弁112を適当に操作することにより、第1の気密室内を減圧、または加圧することができる。この装置の圧力調整手段は、10⁻³Torrから4×10³Torr程度まで系内の圧力を調節できるようになっている。排気系の能力、容量を変えることにより、さらに減圧するようにしてもよい。またキャリアガスを予圧することによりさらに加圧するようにしてもよい。

【0244】第1の気密室102内の酸素濃度は、キャリアガス導入弁112と、図示しない酸素濃度センサにより調節される。酸素濃度センサとしては、例えばジルコニアセンサを用いるようにしてもよい。第1の気密室102内の温度がジルコニアセンサには低い場合には、例えば第1の気密室102内から抽出したガスを773K程度に調節して測定するようにしてもよい。

【0245】ジルコニアセンサ以外にも例えば系内のガスを赤外分光して酸素濃度を測定するようにしてもよい。

【0246】第1の気密室102内の酸素濃度は例えばN₂のようなキャリアガスの導入ではなく、系内の全圧により調節するようにしてもよい。

【0247】前述のように、第1の気密室102内の圧力、酸素濃度についても温度と同じように制御するようにすればよい。例えば、圧力センサ、酸素濃度センサからの測定値または測定電圧を入力とし、排気系110のバルブ、キャリアガス導入弁112を制御する信号または電圧を出力とするプログラムを電子計算機に搭載し制御手段として用いるようにしてもよい。

【0248】第1の気密室102と排気系110との間に、処理対象物体150から気化した気体状態の金属を回収するための回収チャンバ111が配設されている。この回収チャンバ111は、このチャンバ内で気化した金属を融点以下に冷却して凝縮させ回収するものである。回収チャンバ111内を例えば向流構造や螺旋構造にするようにしてもよい。あるいは回収チャンバ111と第1の気密室102との間、回収チャンバ111と排気系110との間にバルブや開閉可能な隔壁を設けるようにしてもよい。すなわち処理対象物体150から気化した金属が回収チャンバ111内に導入されたら、回収チャンバ111を閉鎖して冷却し、金属を凝縮させて回収するようにしてもよい。

【0249】処理対象物体150から有害なガスが排出される場合には、排気系の排出ガスをガス分解装置30へ導入して無害化するようにすればよい。また、各室に接続した排気系106、110、114、115の後段

をガス分解装置30へ接続するようにしてもよい。

【0250】第1の気密室102内の温度、圧力、酸素濃度は上述のように制御される。したがって、処理対象物体150の構成金属を選択的に気化させ回収することができる。

【0251】第1の気密室102での処理終了時には、処理対象物体150から所定の金属が除去されているが、さらにより沸点の高い金属を回収したい場合には第1の気密室102と冷却室104との間に第2の気密室103を備えるようにすればよい。

【0252】本発明の処理装置が備える減圧加熱装置100では、第1の気密室102で加熱した処理対象物体150を冷却することなく第2の気密室103に移送するので、熱効率が非常に高い。

【0253】第2の気密室103は、処理対象物体150の構成金属を処理対象物体150からさらに選択的に気化させ回収するための処理室である。

【0254】この第2の気密室103は加熱手段として第1の気密室と同様の電熱ヒーター109を備えている。加熱手段は電熱ヒーター109に限らず、必要に応じて選択または組合わせて備えるようにすればよい。

【0255】前述のように、第2の気密室103内の温度は、この電熱ヒーター113と図示しない温度センサにより第1の気密室102内と同様に制御している。すなわち、第2の気密室103内の温度は、第2の気密室103内の圧力、酸素濃度などとともに、また、パージ室101、第1の気密室102、冷却室104の諸条件および隔壁105の開閉とともに、統合的に図示しない制御手段により制御している。

【0256】第2の気密室103にも排気系114が接続されている。この排気系の構成はパージ室101の排気系114と同様の構成となっている。

【0257】第2の気密室103内の圧力はこの排気系114と、図示しない、圧力センサである真空計により調節している。真空計としては前述同様ブルドン管、ピラニーゲージなどを必要に応じて用いるようにすればよい。

【0258】第2の気密室103には、この室内の酸素濃度を調節するためのキャリアガス導入系が接続されており、112はキャリアガス導入弁である。キャリアガス導入系は図示しないキャリアガスリザーバーに接続されている。ここではキャリアガスとしてN₂を用いているが、例えばArなどの希ガスを用いるようにしてもよい。

【0259】排気系114とキャリアガス導入弁112を適当に操作することにより、第1の気密室内を減圧、または加圧することができる。この装置では、10⁻³Torrから4×10³Torr程度まで系内の圧力を調節できるようになっている。排気系の能力、容量を変えることにより、さらに減圧するようにしてもよい。また

キャリアガスを予圧することによりさらに加圧するようにしてもよい。

【0260】第2の気密室内103内の減圧にともなって処理対象物体150の構成金属の蒸気圧（沸点）は下がるから、より低い温度で金属を気化させることができる。したがって、第2の気密室103が備える加熱手段、排気手段の能力は処理対象物体150から分離、回収する金属の種類に応じて変えるようにすればよい。例えば、第2の気密室内103内をより高温に加熱するのに、誘電加熱手段を備えるようにしてもよい。また例えば第2の気密室内103内をより高真空中に減圧するのに、より能力が高く排気量の大きい真空ポンプを備えるようにしてもよい。第2の気密室内103内の容量によっては、イオンゲッターポンプ、ターボ分子ポンプなどを用いて、さらに高真空を得るようにしてもよい。

【0261】第2の気密室103内の酸素濃度は、系内が十分に減圧されているために特に調節しなくても十分に低い。したがって、積極的に調節する必要はないが、酸素濃度調節手段を備える場合には、第1の気密室102と同様にすればよい。

【0262】また図11に示した減圧加熱装置100は、第2の気密室103を1室備えた構成を例示したが、第2の気密室103を複数備えるようにしてもよい。内部の温度条件、圧力条件の異なる複数の第2の気密室103を備えることにより、蒸気圧の異なる複数の金属を処理対象物体150から気化させ回収することができる。

【0263】また、処理対象物体150から金属を元素ごと分離して回収する必要がある場合には、処理対象物体150から複数金属を気化させ、回収するようにしてもよい。例えば、Pb-Sn合金を処理対象物体から除去する時は、第2の気密室103内の圧力で、PbおよびSnが気化するような温度に加熱し、PbおよびSnを回収するようにしてもよい。もちろん、PbとSnとを選択的に気化して、それぞれ回収するようにしてもよい。

【0264】第2の気密室103と排気系114との間に、処理対象物体150から気化した気体状態の金属を回収するための回収チャンバ115が配設されている。この回収チャンバは、このチャンバ内で気化した金属を融点以下に冷却して凝縮させ回収するものである。回収チャンバ115内を例えば向流構造や螺旋構造にするようにしてもよい。あるいは回収チャンバ115と第2の気密室103との間、回収チャンバ115と排気系114との間にバルブや開閉可能な隔壁を設けるようにしてもよい。すなわち処理対象物体150から気化した金属が回収チャンバ115内に導入されたら、回収チャンバ115を閉鎖して冷却し、金属を凝縮させて回収するようにしてもよい。

【0265】気化した金属を連続的に凝縮、回収する場

合でも、バッチ処理で凝縮、回収する場合でも、回収チャンバ115内の気化した金属の滞留時間が長くなれば回収効率は高まる。

【0266】また、第2の気密室103内にN₂や希ガスをキャリアガスとして導入するようにしてもよい。気化した金属はキャリアガスにより回収チャンバに効率的に導入される。

【0267】回収チャンバ115は、第2の気密室103に複数系統備えるようにしてもよい。複数の回収チャンバ115で同じ金属を回収するようにしてもよいし、第2の気密室103内の温度と圧力を段階的に調節して複数の金属をそれぞれ選択的に気化させ、複数系統の回収チャンバ115を切り換えて回収するようにしてもよい。

【0268】第2の気密室103内の温度、圧力、酸素濃度は上述のように制御される。したがって、処理対象物体150の構成金属をその蒸気圧に応じて気化させ、回収チャンバ115で金属状態のまま回収することができる。

【0269】なお、第1の熱分解手段での処理対象物体150の構成樹脂の分解の程度によっては、構成樹脂が分解生成ガス等を排出することがある。このような分解生成ガスは、回収チャンバ115の後段をガス分解装置30に接続するようにしてもよい。

【0270】このように第2の気密室103でも処理対象物体から所定の金属を気化させ回収することができる。

【0271】第2の気密室103から処理対象物体150を直接装置100の外部へ取り出すと、処理対象物体150が急速に酸化する恐れがある。また、第2の気密室103内を大気圧に戻さねばならず、第2の気密室103内の気密性を保持するという観点からも不便である。このために図11に例示した減圧加熱装置100では、第2の気密室103の後段に冷却室104を備えている。

【0272】この冷却室はバージ室101、第1の気密室102、第2の気密室103と同様の圧力調節手段と、酸素濃度調節手段とを備えている。すなわち、前述同様の排気系116と、キャリアガス導入弁117とを備えている。

【0273】第2の気密室103内で所定の金属を分離された処理対象物体150は、冷却室104へ移送され圧力と酸素濃度が調節された状態で冷却される。キャリアガスは酸素濃度の調節だけではなく処理対象物体150の冷却ガスとしても機能する。

【0274】冷却室104と排気系116との間に、予熱により処理対象物体から排出されるガスなどを除去するためのトラップ118を配設するようにしてもよい。

【0275】冷却室内104内で処理対象物体150を十分冷ましたなら、装置外部へ取り出す。

【0276】なお、減圧加熱装置100への処理対象物体150の導入と、取出し、また各室間の処理対象物体150の移送は、プッシャー130、ドローワー131により行うようにすればよい。

【0277】プッシャー130およびドローワー131の操作は、隔壁105の開閉とともに、前述した図示しない制御手段により行うようにしてもよい。

【0278】図12は図11に例示した本発明の処理装置が備える減圧加熱装置を模式的に示す図である。

【0279】図11には図示していない、バージ室101内の圧力センサ202a、第1の気密室102内の温度センサ201a、圧力センサ202b、酸素濃度センサ203、第2の気密室103内の温度センサ201c、圧力センサ202c、冷却室104内の圧力センサ202dからの信号は制御手段を構成する制御盤200に伝達される。制御手段は電子計算機にプログラムを搭載して構成するようにしてもよい。

【0280】そして制御手段は装置内の各室内の状態に応じて、加熱手段、圧力調節手段、酸素濃度調節手段を制御するようにすればよい。また、隔壁105の開閉、プッシャー130、ドローワー131による処理対象物体150の移送もこの制御手段により行うようにしてもよい。210は各室内の温度、圧力、酸素濃度などの状態、隔壁105の開閉状態などを操作員に示すモニタである。また211は前述したガス状排出物を処理するガス状排出物処理系である。

【0281】(実施形態4)図13は、本発明の処理装置が備える減圧加熱装置の別の1例を概略的に示す図である。一部を切り欠いて内部の様子を示した。この減圧加熱装置300も樹脂と金属とを構成材として有する処理対象物体350の熱分解残渣等を処理するものである。

【0282】この減圧加熱装置300はバージ室301、気密室302、冷却室303から構成されている。この気密室300は、図11に例示した減圧加熱装置100の第1の気密室102と、第2の気密室103の機能を兼ね備えている。すなわち、気密室302内でまず処理対象物体350から所定の金属を分離回収し、ついで同じ気密室内302でさらに別の金属を分離回収する。

【0283】気密室302は温度調節手段と、圧力調節手段と、酸素濃度調節手段とを備えているが、酸素濃度は前述のように気密室302内の全圧により調節するようにしてもよい。

【0284】気密室302内の温度調節は、電熱ヒータ309と図示しない温度センサにより行うようにすればよい。

【0285】気密室302内の圧力調節は、排気系310、314と、キャリアガス導入系と、図示しない圧力センサにより行うようにすればよい。312はキャリア

ガス導入弁である。

【0286】気密室302と排気系310との間には、処理対象物体350から気化させた金属を回収するための凝縮回収手段である回収チャンバ311が配設されている。また、気密室302と排気系314との間には、処理対象物体350のから気化した別の構成金属のガスを回収するための凝縮回収手段である回収チャンバ315が配設されている。処理対象物体の構成金属を気化させる必要がない場合には、複数の回収チャンバ311を配設するようにしてもよい。

【0287】バージ室301、冷却室303、隔壁305、キャリアガス導入系、プッシャー330、ドローワ331については図11に例示した減圧加熱装置100と同様である。また、制御手段についても同様に備えるようにすればよい。

【0288】このように本発明の処理装置は、処理対象物体の構成樹脂を熱分解する部分と、樹脂を熱分解した処理対象物体から構成金属を分離回収する部分とを組合わせることにより、処理できる物体の範疇が大きく広げることができる。例えば廃回路基板、廃家電製品、シュレッターダストなど従来処理が困難であり、効果的で安全な処理技術が確立されていなかった処理対象物体についても対応することができる。

【0289】例えば樹脂被覆アルミニウム箔などの処理は、樹脂部分を制御された雰囲気下で熱分解することにより、アルミニウムを金属状態で回収することができる。

【0290】また基板に電子部品が搭載された実装基板などの処理は、ハンダ合金を気化させて回収し、基板と電子部品とを分離すればよい。

【0291】(実施形態5) 図14は本発明の処理装置が備える減圧加熱装置の別の1例を模式的に示す図である。

【0292】この減圧加熱装置400は第1の気密室401と第2の気密室402とを備えている。第1の気密室401は図示しない温度調節手段を備えており、排気系403と回収チャンバ404に接続されている。第2の気密室は図示しない温度調節手段を備えており、排気系405と回収チャンバ406に接続されている。また、第1の気密室401、第2の気密室402にはキャリアガス導入系407が接続されており、気密室内の酸素濃度の調節、加圧を行うことができる。408はキャリアガスリザーバである。

【0293】すなわち樹脂と金属とを有する処理対象物体の熱分解残渣等を第1の気密室401内で減圧加熱し、気化した金属を回収チャンバ404で回収する。このとき、前述した制御手段などで、第1の気密室401内の温度、圧力、酸素濃度を調節して処理対象物体の他の構成金属の状態を保持しながら所望の金属を気化するようにすればよい。

【0294】第2の気密室402では、内部の温度、圧力を調節してさらに別の構成金属を気化させ、回収チャンバ406で回収する。第2の気密室402内の温度、圧力についても第1の気密室401同様の制御手段で調節するようにすればよい。

【0295】第1の気密室401の前段または第2の気密室402の後段にバージ室を配設するようにしてもよい。

【0296】(実施形態6) 図15は本発明の処理装置が備える減圧加熱装置の別の1例を模式的に示す図である。

【0297】この減圧加熱装置500は樹脂と金属とを構成材として有する処理対象物体を処理する装置であり、バージ室501、第1の気密室502、第2の気密室503、第3の気密室504、冷却室505を備えている。

【0298】バージ室501はトラップ506と排気系507に接続されている。第1の気密室502は回収チャンバ508と排気系509に接続されている。第2の気密室503は回収チャンバ510と排気系511に接続されている。第3の気密室504は回収チャンバ512と排気系513に接続されている。冷却室505はトラップ514と排気系515に接続されている。第1の気密室502、第2の気密室503、第3の気密室504は図示しない温度調節手段を備えている。516はキャリアガス導入系であり、517はキャリアガスリザーバである。

【0299】また、第1の気密室502は図示しない酸素濃度センサを備えており、全圧とは独立に系内の酸素濃度を調節できるようになっている。

【0300】すなわち、減圧加熱装置500は処理対象物体の構成金属を気化させるための処理室を複数備えたものである。処理対象物体が複数の構成金属を有する場合にも、第2の気密室503と第3の気密室504でそれぞれ選択的に気化させ、回収することができる。

【0301】(実施形態7) 図16は本発明の減圧加熱装置が備える減圧加熱装置の別の1例を模式的に示す図である。

【0302】この減圧加熱装置600は、樹脂と金属とを構成材として有する処理対象物体の熱分解残渣等を処理することのできる装置である。この減圧加熱装置600は1つの気密容器601に複数の回収系を接続したものであり、気密容器601内部の温度、圧力、酸素濃度に応じて回収系を切り換えて処理する。

【0303】(実施形態8) 図17は気密容器601内の温度、圧力、酸素濃度を調節する制御系610の構成を模式的に示す図である。前述のように制御手段611の全部または一部を、例えば制御プログラムとして電子計算機に搭載して装置の制御を行うようにしてもよい。

【0304】気密容器601には、処理対象物体の構成

金属の気化したガスを回収する複数系統の回収チャンバ602が接続され、それぞれの回収チャンバ602は排気系603に接続されている。

【0305】気密容器601には、気密容器601内で気化させた処理対象物体の構成金属を回収する複数系統の回収チャンバ605が接続され、それぞれの回収チャンバは排気系606に接続されている。

【0306】気密容器601に接続された複数系統の回収チャンバ605は同じ金属を回収するようにしてもよい。また、気密容器601内の温度、圧力条件に応じて切換えることにより、蒸気圧（沸点）の異なる複数の金属をそれぞれ回収するようにしてもよい。

【0307】また、気密容器601にはキャリアガス導入系が接続されている。607はキャリアガスリザーバである。N₂、Arなどのキャリアガスの導入により気密容器601内の酸素濃度を全圧とは独立に調節することができる。また、予圧したキャリアガスを導入することにより気密容器601内を加圧するようにしてもよい。非酸化雰囲気中で処理対象物体を加熱することにより、処理対象物体の昇温効率が向上する。

【0308】また、気密容器601内の酸素濃度は全圧により調節するようにしてもよい。

（実施形態9）図18は本発明の処理装置が備える減圧加熱装置の回収系の別の1例を模式的に示す図である。

【0309】この減圧加熱装置は図16に例示した減圧加熱装置と同様の構成であるが、回収系以外の部分の図示は省略している。

【0310】気密容器601と開閉可能な隔壁610により隔てられた回収室611が配設されている。この回収室611は図示しない温度調節手段を備えている。回収室611にはキャリアガス導入系を接続するようにしてもよい。

【0311】そして、この回収室611には、回収チャンバ605と、排気系606が接続されている。

【0312】気密容器601内が所定の金属が気化する温度、圧力条件になったら、隔壁610を開いて処理対象物体612を回収室611へ導入し隔壁610を閉じる。そして温度圧力条件を保って、回収チャンバ605により気化した金属を凝縮させて回収するようにすればよい。

【0313】このような回収室611を備えれば、回収室611で処理対象物体から金属を回収している間も、気密容器601内の温度、圧力、酸素濃度などの諸条件を回収室611と独立に制御できる。したがって、装置の運用効率が向上する。

【0314】このような回収室は例えば図11、図13、図14、図15に例示したような減圧加熱装置に配設するようにしてもよい。

【0315】図19は例えば図11に例示した減圧加熱装置100に接続した回収室901を含む回収系を模式

的に示す図である。

【0316】減圧加熱装置100の第2の気密室103に回収室901が接続されており、第2の気密室103と回収室901との間は開閉可能な隔壁902により隔てられている。回収室901は図示しない温度調節手段を備えている。またキャリアガス導入系を接続するようにしてもよい。回収室901には回収チャンバ115、排気系114が接続されている。また、回収室901とは並列に回収チャンバ115、排気系114を接続するようにしてもよい。

【0317】（実施形態10）図20および図21は回収チャンバの構造の1例を概略的に示す図である。

【0318】図20は向流構造の回収チャンバを、図21はサイクロン型の回収チャンバをそれぞれ示している。回収チャンバは処理対象物体から気化させた金属を凝縮できればよい。また、これらの回収チャンバを多段に接続するようにしてもよい。図12は、処理対象物体から排出され、回収チャンバや回収チャンバなどにより回収されない排ガスを処理する排ガス処理装置の構成の1例を概略的に示す図である。回収チャンバまたは回収チャンバなどの回収系の後段に、マルチ排ガス処理フィルタ1201、無煙化フィルタ1202、無臭化フィルタ1203が接続されている。これ以外にも例えばハロゲンガスなどを回収するアルカリトラップや、触媒などを用いたハロゲン化炭化水素分解装置などを備えるようにしてもよい。

【0319】このように本発明の処理装置は樹脂と金属とを構成材として有する処理対象物体を、構成樹脂は分解（気化、油化、炭化）し、構成金属は気化させて処理対象物体から分離回収することができる。

【0320】（実施形態11）つぎに、鉛と樹脂を構成材の一部として有する物体から鉛を除去する処理について説明する。

【0321】本発明は構成材の少なくとも一部に鉛と樹脂が使用された物体を効果的に処理することができる。例えば、Pb-Sn系ハンダ合金など鉛を含む合金が使用された電子機器や自動車の電子部品などから鉛を除去することができる。

【0322】本発明では、まず第1の熱分解手段で樹脂部分を気化、油化、炭化など熱分解し、ついでこの熱分解残渣から鉛を気化させて離るものである。気化させた鉛は回収するようにすればよい。装置には、これまで述べたような本発明の処理装置を用いるようにしてもよい。

【0323】まず、処理対象物体の鉛ができるだけ酸化しないように、かつできるだけ気化しないように処理対象物体を熱分解する。

【0324】樹脂は50℃程度から溶融等が起こり、200～600℃程度に保持すると分解により主としてC1～C8の炭化水素系ガスを排出する。このような樹脂

の分解生成ガスなどのガス状排出物は前述したガス状排出物処理系で回収するようにすればよい。

【0325】処理対象物体の熱分解工程はこれまで述べてきたように酸素濃度を調節して還元性雰囲気で行うことが好ましい。酸素濃度を調節することにより、樹脂の分解生成ガスの回収効率が向上する。また、鉛の酸化を防ぐことができる。酸化鉛は鉛よりも低い温度で蒸発するから、酸素濃度を調節することにより鉛の飛散を防止し、後工程でより積極的に鉛を回収することができる。さらにガス状排出物処理系でのダイオキシンの発生を抑制することができる。

【0326】このように熱分解した処理対象物体は減圧加熱手段内に導入して、温度と圧力を調節して処理対象物体から鉛を気化させる。処理対象物体が鉛以外に例えば鉄、銅、アルミニウム、スズなどの金属が含まれるときには、蒸気圧の差によりそれぞれの金属を選択的に気化させるようにすればよい。

【0327】鉛が気化する温度は気密容器内の圧力によって変化する。大気圧下では例えば1400℃に加熱した場合の鉛の蒸気圧は84mmHgであるのに対し鉄、銅、スズの蒸気圧は1mmHgにも達しない。したがって、物体を1400℃程度に加熱することにより、物体からは鉛蒸気のみを選択的に発生させることができる。

【0328】また、例えば1740℃における鉛の蒸気圧は760mmHgであるのに対しスズの蒸気圧は15mmHg、銅の蒸気圧は3mmHgにも達しない。したがって、物体を1740℃程度に加熱することによっても処理対象物体からは鉛蒸気のみを選択的に発生させることができる。

【0329】また、減圧下で処理対象物体を加熱することにより、さらに低い温度で処理対象物体中の鉛を気化させることができる。

【0330】圧力を 10^{-1} Torrに調節すれば、約827℃程度に加熱することにより、処理対象物体からは鉛蒸気のみを選択的に発生させることができる。

【0331】また、圧力を 10^{-3} Torrに調節すれば、約627℃程度に加熱することにより、処理対象物体からは鉛蒸気のみを選択的に発生させることができる。

【0332】さらに、圧力を 10^{-4} Torrに調節すれば、約427℃程度に加熱することにより、処理対象物体からは鉛蒸気のみを選択的に発生させることができる。このように選択的に発生させた鉛蒸気は、例えば鉛の融点以下に冷却した回収装置などで、金属鉛として回収するようにすればよい。

【0333】図22は鉛の蒸気圧と温度との関係を示すグラフである。減圧加熱手段の気密容器内を減圧すれば鉛の沸点が下がることがわかる。

【0334】このグラフに基づいて、例えば気密容器内

の圧力に応じて加熱温度を調節するようにすればよい。また、例えばこの関係をプログラムとして電子計算機に搭載し、前述した本発明の処理装置の制御手段として用いるようにしてもよい。

【0335】(実施形態12)ここで、鉛と樹脂とを構成材として有する物体の1例として、回路基板に各種電子部品がPbを含むハンダ合金で搭載された実装基板を処理対象物体として処理した例を説明する。

【0336】図23はこのような実装基板1300を模式的に示す図である。

【0337】銅箔1301と樹脂1302とが積層された回路基板1303に電子部品1304が搭載されている。この電子部品1304は樹脂1305でパッケージングされている。そしてCu合金からなる電子部品の接続端子1306と銅箔とがPb-Sn系ハンダ合金1307で接合されている。電子部品の接続端子1306表面がハンダ合金でメッキされていることもあるが同じように処理できる。

【0338】まず、実装基板1300を第1の熱分解手段で酸素濃度を調節して加熱し、樹脂1302、1303を熱分解する。プリント基板の構成樹脂は一般に熱硬化性樹脂で、多くは炭化されるが、それでも多量の分解生成ガスを含むガス状排出物を発生する。電子部品のパッケージング樹脂1303も同様である。ガス状排出物は前述したガス状排出物処理系で無害化されて、クリーンな燃料ガスとして再利用される。

【0339】図24は熱分解された実装基板1300を模式的に示す図である。

【0340】この状態では実装基板の構成樹脂の多くは炭化している。また、鉛は酸素濃度を調節することにより飛散することはない。

【0341】ついで熱分解した処理対象物体を減圧加熱手段へ導入し、気密容器内の温度と圧力を調節して、処理対象物体中の鉛を選択的に気化させる。温度と圧力は図22に基づいて決めるようにすればよい。気密容器内を減圧したほうが好ましい。これは、低い温度で鉛が気化するから投入エネルギーが少なくてすむし、また酸素濃度が小さくなるの鉛その他の処理対象物体の構成金属が酸化されないからである。処理対象物体の構成金属が酸化される恐れのある時には、 N_2 、 Ar などのキャリアガスを導入して気密容器内の酸素濃度を調節するようにすればよい。

【0342】気密容器内を減圧すればするほど、低い温度で鉛は気化する。図25は鉛1308が金属状態のまま気化する様子を模式的に示す図である。

【0343】気密容器内の温度、圧力を調節することによって、鉛だけを選択的に気化させることができる。処理対象物体に鉛より沸点の低い金属が含まれる場合には、先にそのような金属を気化させるようにすればよい。

【0344】このように、処理対象物体である実装基板

1300から鉛を除去することができる。また、社会が抱える大量の廃電子機器などの実装基板を処理することにより、一般廃棄物として処理することができ、鉛の溶出により環境を汚染することはない。また、鉛以外の構成金属の分離も容易になり、資源として利用できる。構成樹脂も有価な油として、または炭化物として回収することができる。この炭化物は、肥料や、活性炭として利用するようにしてもよい。

【0345】ここでは、実装基板1300から鉛を除去するところまでを説明したが、さらに気密容器内の温度、圧力を調節して、処理対象物体の鉛以外の構成金属を気化させるようにしてもよい。

【0346】例えば鉛を除去した処理対象物体から、さらにハンダ合金を構成していたスズを気化させることにより、回路基板1303と電子部品1304とを分離することができる。

【0347】図26は、スズを気化させ回路基板1303と電子部品1304とが分離した様子を模式的に示す図である。

【0348】このように、鉛を除去したり、回路基板1303と電子部品1304とを分離することにより処理対象物体の有する複雑さが減少し、その後の処理が容易になる。回路基板から分離した電子部品などは、気密容器内の温度、圧力を調節して、回路基板1303、電子部品1304に含まれる、例えばAu、Ag、Pt、Bi、In、Ta、Ni、Cr、Cu、Al、W、Mo、Co、Pdなどの金属を気化させ回収するようにしてもよい。このような回収は回路基板1303と電子部品1304とを分離してから別のより蒸気圧の低い金属を回収できるような減圧加熱手段で行うほうが効率的である。

【0349】図27は各種金属の沸点(蒸気圧)圧力依存性を示す図である。この図は回収可能な金属の1例として示したものであり、図示されていない金属も回収可能することができる。図28は酸化物の生成自由エネルギーの温度依存性を示す図である。図28に示した元素は1例として示したものであり、これ以外の元素に関するデータも容易に計算ないしデータベースなどで得ることができる。図27、図28に示した関係を、図22に示した鉛の沸点(蒸気圧)と圧力との関係とともに用いて、例えば気密容器内の温度、圧力、酸素濃度を制御するようにすればよい。また、例えばこの関係をプログラムとして電子計算機に搭載し、前述した本発明の処理装置の制御手段として用いるようにしてもよい。

【0350】(実施形態13)図29は本発明の鉛と樹脂とを構成材として有する処理対象物体の鉛除去に用いる装置の1例を模式的に示す図である。装置は図29に例示した装置に限らずこれまで述べたような本発明の処理装置を用いるようにしてもよい。

【0351】この処理装置2000は熱分解炉2001

と減圧加熱炉2002とを備えている。この熱分解炉2001は酸素濃度制御装置2003と、図示しない加熱装置とを備えている。そして、図示を省略した制御部により所定の温度で所定時間保持されるように構成されている。

【0352】処理対象物体2004の加熱により構成樹脂から排出される炭化水素系ガスを含むガス状排出物はガス分解器2005でダイオキシンが分解するような高温(ここでは1200℃)で改質、熱分解され、直後に冷却塔2006で35℃まで急冷される。ダイオキシンが生成、再合成されないように冷却されたガス状排出物はアルカリ水シャワー洗浄装置等を用いて中和、洗浄し燃料ガスとして再利用することができる。

【0353】減圧加熱炉2002は真空加熱炉であり、鉛回収チャンバ2007と排気装置2008を有している。

【0354】処理対象物体は、コンベアなどの移送手段2009により熱分解炉2001、減圧加熱炉2002へと順に送られる。熱分解炉2001と減圧加熱炉2002との間には図示しないバージ室が備えられている。

【0355】これら処理対象物体の熱分解炉2001、減圧加熱炉2002における滞留時間、加熱温度、圧力、酸素濃度は図示しない制御部によりそれぞれ制御されている。

【0356】熱分解炉2001において、処理対象物体2004は例えば200℃～600℃程度の温度に昇温・保持され、処理対象物体2004の構成材の一部である樹脂成分は、熱分解してC1～C8の炭化水素ガスを含むガス状排出物として排出されガス状排出物処理系へ導入される。

【0357】つぎに、処理対象物体2004は、減圧加熱炉2002に送られ、例えば 10^{-5} Torr程度の圧力まで減圧し、温度を427℃程度にして、この状態を保持する。処理対象物体中の鉛は蒸気鉛として処理対象物体から気化する。減圧加熱炉2002の上部にはガス排出部が設けられており、処理対象物体から放出された蒸気鉛は蒸気圧の低下により金属鉛として凝縮させる。結晶化した金属鉛は、鉛回収チャンバ2005内で析出させ回収する。また、減圧加熱炉2002から蒸気鉛を効率的に鉛回収チャンバ2005に送り込むため、減圧加熱炉2002に設けたキャリアガス導入部からN₂やArなどの不活性なガスを導入し、蒸気鉛をキャリアガスとともに鉛回収チャンバ2005に送り込む。

【0358】減圧加熱炉2002を通過し鉛が除去された処理対象物体は残渣受け部2010に送られる。処理対象物体の樹脂成分はほぼ完全に炭化しており、また処理対象物体中に含まれていた鉛、亜鉛などの重金属も除去されるから、処理対象物体は無害化されており後処理は容易である。この処理対象物体にさらに別の有用金属などが含まれている場合にはこれらの金属を比重選鉱

51

法、電気磁石などで分別、回収するようにしてもよい。また減圧加熱手段を通過した無害で高純度の炭化物は特性の優れた活性炭、土壤改良剤として再利用することができる。

【0359】(実施形態14)次に、上記構成の処理装置2000を用いて、処理対象物体としてハンダを含む電子機器を処理した例について説明する。

【0360】処理対象物体2004である電子機器は前処理で破砕するようにしてもよいが、実装基板の処理においては破砕しないでそのまま導入するほうが好ましい。

【0361】熱分解炉2001は炉内温度約500℃～600℃程度、ほぼ無酸素状態に保持されており、電子機器を約60分間滞留させた。電子機器の構成比率の約40%を占める構成樹脂は熱分解炉2001で熱分解して炭化水素ガスを含むガス状排出物として排出され、あるいは炭化した。

【0362】また構成比率の約50%を占める鉄・銅・アルミニウム等の金属類と、構成比率の約10%を占める実装基板の構成金属には、熱分解炉2001内でほとんど気化せずまた酸化されなかった。

【0363】構成樹脂を熱分解した電子機器は、冷却されることなくバージ室を経て減圧加熱炉2002に搬送した。減圧加熱炉2002は圧力を約 10^{-3} Torr程度、温度約627℃程度に保持し、電子機器を約60分程度滞留させた。

【0364】電子機器の約10%を占める実装基板には、基板重量の約5～10%のハンダが合金が使用されている。また、このハンダ合金の約40wt%は鉛である。

【0365】すなわち、電子機器中には0.2～0.4%の鉛が構成材の一部として使われている。この鉛は減圧加熱炉2002で蒸発鉛として気化し、キャリアガスとともに鉛回収チャンバ2005に送り込まれ、金属鉛として回収した。

【0366】鉛の回収率を向上させるには、鉛回収チャンバ2005内部での鉛蒸気の滞留時間をできるだけ長くすることが好ましい。この例では、鉛の回収率は98%であった。回収された鉛は不純物が少なく、有価な金属として再利用が可能であった。

【0367】熱分解炉2001で熱分解して排出された炭化水素ガスは、前述したガス状排出物処理系のガス分解器2005に送り込み、1200℃程度に加熱されたコークス中で改質、熱分解され、直後に35℃まで8secで急冷される。冷却されたガス状排出物は、中和反応ろ過器であるバグフィルターで中和、ろ過され、さらに洗浄されて燃料ガスとして再利用される。この実施形態では電子機器の40%が樹脂で構成されており、樹脂の回収率は構成樹脂の成分により異なるが、重量比の約90%が燃料ガスとして再利用され、約10%が主と

52

して炭化物からなる残渣として残った。

【0368】また、電子機器の約50%の構成比率を占める鉄・銅・アルミニウム等の金属は、熱分解炉2001や減圧加熱炉2002で酸化されることなく、メタル状態で回収することができるため再利用価値が高い。この例では残渣受け部30に排出された残渣は、鉄・銅・アルミニウムと樹脂の炭化物残渣が主であった。

【0369】図30は例えば図29に例示した処理装置2000の熱分解炉2001と減圧加熱炉2002との気密性と断熱性を保つ開閉可能な隔壁2101の1例を模式的に示す図である。隔壁2101はワイヤー2102と巻上機2103によって操作される。

【0370】それぞれの隔壁2101の位置に真空扉と断熱扉を別々に備えるようにしてもよい。例えば隔壁2101bを真空扉としこの扉の熱分解炉2001側と減圧加熱炉2002側に同じく開閉可能な断熱扉を配設するようにしてもよい。

【0371】(実施形態15)次に、各種電子機器、自動車、精密機器、文房具、医薬品・食料品パッケージなどをはじめ、大量に用いられている樹脂と金属を含む廃棄物(シュレッダーダストを含む)を処理対象物体として取り上げその処理システムについて説明する。装置については前述した本発明の処理装置を用いるようにすればよい。

【0372】このような樹脂と金属を含む廃棄物は、分離回収が困難であることから一般に焼却、埋め立て処理されている。本発明の処理システムでは、同一装置内で、廃棄物の構成樹脂の熱分解(気化、油化、炭化)と、構成金属を気化させ金属状態で回収するものである。

【0373】本発明の処理ではまず樹脂と金属とを含む廃棄物を熱分解炉内に導入する。そして樹脂部分の回収のために酸素濃度を調節して熱分解を行う。ついで、熱分解残渣を減圧加熱炉に導入して金属の気化回収のための減圧および加熱を行う。

【0374】図31はこの処理システムで用いることのできる本発明の減圧加熱手段の1例を模式的に示す図である。気密容器2201内に樹脂と金属を含む廃棄物を収容し、気密容器内には昇温効率がよく耐熱性の高い金属などからなる投入棚2202が設けられている。2203は気密容器2201を開閉するドアである。気密容器内にはシーズヒーター等の加熱装置2204が設けられており、気密容器内の圧力、酸素濃度とともに制御盤2205により操作する。2206はセンサであり、気密容器2201内の温度、圧力、酸素濃度を信号として制御盤2205に伝達する。

【0375】気密容器2201は排気装置2208に接続されている。気密容器2201と排気装置2208との間には、廃棄物の構成金属の回収装置である金属回収系2209、2210が配設されている。金属回収装置

には例えば冷却手段を備えたサイクロン分離器を備えるようにしてもよい。

【0376】熱分解炉で熱分解した処理対象物体である廃棄物を気密容器2201内に設けられた投入棚2202に投入し、ドア2203を閉め密閉し、最初は回収系を閉じた状態で加熱(400℃)と加圧(3atm)を開始する。この場合、減圧状態で加熱よりも昇温効率がよく、後の金属回収時の減圧加熱の際の昇温効率に貢献する。

【0377】そして気密容器2201内を排気装置により 10^{-3} Torr程度の圧力まで減圧し、金属の種類に応じて合金の沸点以上に加熱し、金属を蒸発させて金属回収系2209、2210の途中に配設した凝縮手段により回収する。この場合、常圧より金属の蒸発温度が低くなるので比較的低い加熱温度でよく、また酸化されにくいので回収効率がよい。

【0378】図31に例示した減圧加熱炉では金属回収系を2系統備えているが、2系統を同時に用いるようにしてもよいし、気密容器内の温度圧力条件に対応して切り換えて用いることにより複数の金属を回収するようにしてもよい。

【0379】このように本発明の処理システムによれば、熱効率がよく処理コストが低い。また真空加熱により純度の高い金属の回収率が高い。

【0380】(実施形態16)次に、各種電子機器、自動車、精密機器などをはじめ、大量に用いられている回路基板に各種電子部品が搭載された実装基板の廃棄物を処理対象物体として取り上げその処理について説明する。装置については前述した本発明の処理装置を用いるようにすればよい。図32は、本発明の処理装置を用いた実装基板の処理スキームを模式的に示す図である。

【0381】この処理システムはIC、LSI、抵抗器、コンデンサなどの各種電子部品が搭載された実装基板から電子部品を効率的に分離回収するものである。また、回路基板、電子部品などからなる実装基板の構成樹脂、構成金属についても分離回収し資源化するシステムである。

【0382】このような実装基板の廃棄物は電子部品の回路基板からの分離が困難であり、また実装基板は異なった材料が複雑に一体化した物体であり、その処理が困難であった。このため、埋め立て処理、焼却処理などが一般的であった。

【0383】本発明においては、まず実装基板を破砕せずに熱分解炉に導入し、実装基板を熱分解する。実装基板を構成する基板や電子部品の樹脂成分は熱分解されガス状排出物を排出するとともに炭化される。電子部品のパッケージ樹脂も分解して、非常に脆くなり、パッケージ内の素子との分離が容易な状態になる。このとき、熱分解炉内の温度、酸素濃度は鉛などの重金属が気化した

り。

【0384】ガス状排出物は前述同様に処理すればよい。ガス状排出物に鉛などの重金属が含まれる場合には、例えば冷却手段などのガス状排出物処理系で凝縮させ、この凝縮物を熱分解残渣とともに減圧加熱炉に導入するようにすればよい。またガス状排出物中に塩素が含まれる場合には高温加熱した鉄に接触させて塩化鉄として回収するようにしてもよい。

【0385】このように熱分解された処理対象物体である実装基板は、減圧加熱炉に導入して、回収する金属に応じて気密容器内の温度、圧力、酸素濃度を調節して所望の金属を回収する。例えば回路基板と電子部品とを接合していた合金(例えばPb-Sn合金)を気化させる。合金はそれぞれ蒸気圧により選択的に気化させ、分離することが再資源化の観点からも好ましい。

【0386】回路基板と電子部品とを接合している合金が気化すれば、電子部品は回路基板から分離する。また、熱分解炉内で接合金属が溶融し、接合がすでに解除されている場合でも、この接合金属成分(例えば鉛、すずなど)は処理対象物体中に保持されているので、これらの金属を気化させて処理対象物体から分離回収することができる。

【0387】回路基板と電子部品とを接合している接合金だけでなく、実装基板に含まれるZn、Sb、Au、Pt、Ni、Cr、Cu、Al、Mo、W、Taなどの各種金属を気化させて分離回収するようにしてもよい。金属は酸化物にせず金属状態で回収できるので利用価値が高い。

【0388】ハンダ合金の気化の際には、昇温効率を上げるため、ハンダ合金が余り酸化しない温度(例えば約200℃)まで加熱後、排気手段により気密容器内を減圧してさらに加熱(例えば約400℃)し、回収経路の途中に設けた凝縮手段で凝縮するようにしてもよい。

【0389】このシステムによれば図26に示すように実装基板のハンダ合金は完全に除かれており、IC、LSI、抵抗器、コンデンサ等のリード端子部分のハンダも完全に除去されている。このため、電子部品を基板から分離できるだけでなく、後の回路基板、電子部品の再資源化を容易にして価値を高めることができる。

【0390】実装基板の構成樹脂は気化、炭化され、または中間生成物になり、有効活用が可能である。

【0391】減圧加熱炉の処理残渣として例えば銅と炭化物が残ったならば、例えば炭酸カルシウム溶液などで銅と炭化物とを分離し、ついでこの銅を洗浄水で洗浄するようにしてもよい。

【0392】気密容器内の真空度に応じてハンダ合金の構成金属は蒸発し、真空度が高いほど低い温度で蒸発するので、処理装置の炉壁等を痛めない。

【0393】実装基板を埋め立て処理すると、酸性雨などによりハンダ合金中のPb、Sbなどの有害金属が溶

出して土壌、河川を汚染する。また、樹脂のほとんどは自然分解せず半永久的に残り処理場の不足だけでなく、環境保全の面からも問題がある。本発明の処理システムによればこれらの問題を解決することができる。

【0394】さらに回路基板や電子部品に含まれる各種金属を分離回収し資源化することができる。これらの金属の中には資源枯渇の恐れのある金属、地殻の元素存在度が小さい希少金属も含まれている。したがってこれらの金属を回収することは、大量消費社会が直面している資源、エネルギー問題の解決に大きくしするものである。

【0395】(実施形態17) つぎに、処理対象物体として、銅箔と樹脂とが積層された回路基板を取り上げてその処理システムを説明する。

【0396】回路基板はいわゆる銅張積層板でもよいし、フレキシブ基板でも、TAB (Tape Automated Bonding) のフィルムキャリアなどでもよい。また、回路基板の製造工程で生じる、銅張積層板の切り落とし部分を処理するようにしてもよい。さらに、これまで説明してきたように、実装基板から電子部品と接合合金とを分離した回路基板を処理するようにしてもよい。

【0397】また、ここでは回路基板を取り上げて説明するが、銅と樹脂とを構成材として有する物体であれば同様に処理することができる。

【0398】実装基板からのハンダ合金、電子部品の分離については前述のとおりである。実装基板の構成樹脂の分解についても前述のとおりである。

【0399】この処理システムは、銅箔と樹脂とを効率よく分離するため、非酸化条件下で回路基板を加熱し、回路基板の構成樹脂はガス状排出物としてガス状排出物処理対象物体体系で処理する。

【0400】銅箔はほぼ純金属として回収される。銅に付着した炭化物などの不純物は、必要に応じて洗浄、振動、微細砂と混合回転するなどの方法を行うようにしてもよい。装置は本発明の処理装置を用いるようにすればよい。

【0401】図33は処理対象物体である回路基板2300を模式的に示す図である。この回路基板2300は2層板であり、銅箔2301と樹脂2302とが1体的に積層されている。

【0402】回路基板2300を熱分解炉内に導入し、銅2301が酸化されないように熱分解炉内の温度、酸素濃度を調節して樹脂2302を熱分解(気化、油化、炭化)する。樹脂2302の分解生成ガスを含むガス状排出物はガス状排出物処理系で処理され、無害化、クリーンな燃料ガス化される。

【0403】図34は構成樹脂を熱分解した後の回路基板2300を模式的に示す図である。樹脂の多くは炭化物として存在している。

【0404】この状態で炭化した樹脂2302を機械的に分離するようにしてもよいが、本発明においては、主として金属銅と炭化物からなる回路基板の熱分解残渣を、減圧加熱炉に導入し、気密容器内の圧力ないしは酸素濃度を調節しながら、温度を銅の融点より数十度高い温度まで加熱して、銅を酸化、気化しないよう溶融させる。液体状態の銅2301は表面自由エネルギー(表面張力)により粒状の銅2301bになる(図35)。この状態で冷却すれば、銅の分離回収はさらに容易である。例えば760 Torrでの銅の融点は1080℃であるが、気密容器内の温度を例えば1150℃程度(760 Torrの場合)に加熱することにより、銅を粒状に集めることができる。

【0405】このように減圧下もしくは非酸化雰囲気中で回路基板を加熱することにより、銅箔は殆ど酸化されることなく回収することができる。なお、必要に応じて表面に付着した炭化物等の不純物は、洗浄等により除去するようにしてもよい。

【0406】このように本発明の処理システムによれば、樹脂と銅とが一体化した物体から銅を金属状態で分離回収することができる。また、樹脂も油、炭化物として回収することができる。

【0407】(実施形態18) つぎに、処理対象物体として、アルミニウム箔と樹脂とが積層された樹脂被覆アルミニウム箔を取り上げてその処理システムを説明する。

【0408】このような樹脂被覆アルミニウム箔は、例えばポテトチップスの袋やカレーなどレトルト食品の包装容器をはじめ、食品、医薬品の包装容器、断熱材などに幅広く用いられている。

【0409】このような樹脂被覆アルミニウム箔は樹脂とアルミニウム箔とが一体化していることから処理が困難であり、埋め立てや焼却により処理されている。焼却処理するとアルミニウムは酸化物になり、資源としての価値が著しく低下する。

【0410】アルミニウムの精錬には莫大なエネルギーが投入されており、再資源化しないのはエネルギーの浪費である。

【0411】本発明は、樹脂被覆アルミニウム箔を熱分解炉内で酸素濃度を調節しながら加熱することにより、アルミニウムの酸化状態を保持したまま構成樹脂を熱分解するものである。

【0412】すなわち、アルミニウム箔と樹脂とを効率よく分離するため、減圧条件下または非酸化条件下で樹脂被覆アルミニウム箔を加熱し、ガス状排出物は前述同様に処理する。アルミニウム箔はほぼ純金属として回収される。アルミニウムに付着した炭化物などの不純物は、必要に応じて洗浄、振動、微細砂と混合回転するなどの方法を行うようにしてもよい。

【0413】また、このアルミニウム箔に例えば亜鉛な

57

ど他の金属が含まれている場合には、さらに減圧加熱炉に導入して減圧加熱して選択的に気化させ、分離回収するようにすればよい。

【0414】図36は樹脂被覆アルミニウム箔2600を模式的に示す図である。樹脂2601とアルミニウム箔2602とが一体化している。

【0415】まず処理対象物体である樹脂被覆アルミニウム箔2600を本発明の処理装置の熱分解炉へ導入し、温度・圧力条件を制御しながら樹脂被覆アルミニウム箔2600を400～650℃に加熱して熱分解す

る。

【0416】400℃より低温では構成樹脂の分解が不十分で、650℃より高温ではアルミ箔が溶融するのでこのような温度範囲を定めた。

【0417】図37は構成樹脂2601を分解した後の樹脂被覆アルミニウム箔の様子を模式的に示す図であり、金属状態のアルミニウム箔2601に、樹脂分解生成物である炭化物2602bが付着している状態である。この状態では、炭化物2602bは触ただけで容易にアルミニウム箔から剥離する。したがって容易にアルミニウム箔を金属状態で回収することができる(図38参照)。一般的に樹脂被覆アルミニウム箔の構成樹脂は熱可塑性樹脂であり、大くの部分をガス状排出物として処理し、燃料ガス化することができる。構成樹脂の炭化物は容易にアルミニウム箔と分離できた。また、アルミニウムはその金属性を保持していた。

【0418】このように樹脂被覆アルミニウム箔を非酸化雰囲気中で加熱することにより、アルミニウムは殆ど酸化されことなく回収することができる。なお、必要に応じて表面に付着した炭化物等の不純物は、洗浄等により除去するようにしてもよい。

【0419】

【発明の効果】以上説明したように本発明の処理装置、処理方法は、樹脂と金属を含む処理対象物体を安全かつ効率的に処理することができる。本発明によれば、家庭電気製品、自動車、精密機器等を、有害物質を環境中に放出させず、かつ、有害物質を無害化し、または分離回収することができる。また本発明は有害物質およびその発生源物質を含み、燃焼させるとダイオキシン類の有害物質を生成する廃棄物のような処理対象物体から、自然環境破壊を防止し、かつ、再利用可能な物質を高純度状態で回収できる。本発明は処理対象物体から排出させたガス状排出物をダイオキシンが分解するような高温で改質、熱分解し、この状態からダイオキシンが生成、再合成される温度領域での滞留時間をできるだけ短くして、ダイオキシンが生成、再合成されない第3の温度まで急冷することにより、ガス状排出物中のダイオキシン濃度を大きく低減することができる。また、第1の熱分解、第2の熱分解または改質を第1の温度と第2の温度の2段階で処理すると同時にこれらを還元性雰囲気で行うこ

58

とにより、ダイオキシンの発生源濃度は大幅に低減し、ガス状排出物中のダイオキシン濃度を大きく低減することができる。

【0420】本発明によればシュレッダーダストなどのような樹脂と金属とを含み、また重金属、ダイオキシンの発生源を含有する処理の困難な廃棄物から、ダイオキシンなどの有害物質を発生させることなく樹脂成分はクリーンなガス燃料化し、また鉛、ひ素、カドミウムなどの有害な重金属を環境中に放出することなく高純度で回収することができる。

【0421】本発明によれば、実装基板のような処理の困難な廃棄物を有害物質を放出させず、かつ、有害物質を除去し、また、人手によらず容易に回路基板と各種ICや抵抗器、コンデンサー等の電子部品とに分離することができる。同時に、鉛などの重金属やその他の金属を気化させて高純度の金属状態で回収することができる。また回路基板などを構成する金属や銅を高純度で回収できる。樹脂部は炭化して、活性炭、土壌の有効成分に活用できる等かくてきに再資源化を図ることができる。

また本発明の処理装置、処理方法は、鉛を含む物体から、鉛を気化させて除去することができる。また、鉛と樹脂とを含む物体からも鉛を除去することができる。樹脂は炭化物、燃料ガス化して回収することができる。鉛を除去することにより、環境汚染を防止して健康への悪影響を防止することができる。また、廃棄物処理場の不足を解消することができる。

【0422】また本発明の処理装置、処理方法は樹脂と金属とを含む物体からも金属を気化させ、金属状態で回収することができる。樹脂は炭化物、燃料ガス化して回収することができる。

【0423】また本発明の処理装置、処理方法は金属で接合された物体の接合金属を気化させ、接合金属を除去することができる。また合金で接合された物体の接合金を気化させ、接合金属を除去することができる。物体が樹脂を含む場合にも、樹脂は炭化物、燃料ガス化して回収することができる。

【0424】また本発明の処理装置、処理方法はハンダ合金で接合された物体のハンダ合金の構成金属を気化させ、接合金属を除去することができる。ハンダ合金が有害な鉛を含む場合でも、鉛などの重金属を高純度、高収率で分離回収することができる。

【0425】また本発明の処理装置、処理方法は回路基板に電子部品が搭載された実装基板を処理して、効果的に回路基板に電子部品とを分離することができる。回路基板に電子部品との接合に鉛を含むハンダ合金が使用されている場合でも、効果的に分離するとともに、有害な鉛を回収することができる。実装基板の構成樹脂は炭化物、燃料ガス化して回収することができる。

【0426】また本発明の処理装置、処理方法は、金属と樹脂とを構成材として有する物体を効果的、経済的に

処理できる。金属はほぼ金属状態のまま回収することができる。また樹脂は炭化物として、またはクリーンな燃料ガスとして利用することができる。また、本発明は樹脂と複数の金属とが一体化した物体から樹脂成分と金属とを効果的に分離することができる。

【0427】また本発明の処理装置、処理システム、処理方法は、樹脂と銅とが一体化した物体から、銅を金属状態で容易に回収することができる。樹脂は炭化物として、またはクリーンな燃料ガスとして利用することができる。

【0428】また本発明の処理装置、処理システム、処理方法は、樹脂とアルミニウムとが一体化した物体から、アルミニウムを金属状態で容易に回収することができる。樹脂から回収した燃料ガスは、処理装置の加熱手段としても用いることができる。またこの燃料ガスで発電し、本発明の処理装置を稼働したり売電することにより処理装置の運転コストを大幅に低減することができる。また、炭化物は活性炭、肥料などとして優れている。

【0429】また本発明の処理装置、処理方法はエネルギー効率がよいので、より幅広い範疇の物体を処理して価値を高め再資源化を図ることができる。すなわち、本発明の処理装置、処理方法は、樹脂と金属、基板と電子部品、金属と金属のように複雑に一体化した処理対象物体を安全かつ効果的に処理して再資源化を図ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の処理装置の1例を概略的に示す図。

【図2】図1に例示した本発明の処理装置の構成を模式的に示す図。

【図3】熱分解炉の構造の1例を模式的に示す図。

【図4】ガス分解器の構造の1例を模式的に示す図。

【図5】冷却塔の構造の1例を模式的に示す図。

【図6】冷却塔の後段にバグフィルターを接続したガス状排出物処理系の構成の一部を示す図。

【図7】本発明の処理装置の別の1例を概略的に示す図。

【図8】図7に例示した本発明の処理装置の構成を模式的に示す図。

【図9】本発明の処理方法を廃棄物処理に適用した例を模式的に示す図。

【図10】シュレッダー装置の構成の1例を概略的に模式的に示す図。

【図11】本発明の処理装置の1例を概略的に示す斜視図。

【図12】図1に例示した本発明の処理装置を模式的に示す図。

【図13】本発明の処理装置の別の1例を概略的に示す図。

【図14】本発明の処理装置の別の1例を模式的に示す図。

【図15】本発明の処理装置の別の1例を模式的に示す図。

【図16】本発明の処理装置の別の1例を模式的に示す図。

【図17】本発明の処理装置の温度、圧力、酸素濃度を調節する制御系の構成を模式的に示す図。

【図18】本発明の処理装置の別の1例を模式的に示す図。

【図19】本発明の処理装置に接続した、回収室を含む回収系を模式的に示す図。

【図20】回収チャンバの構造の1例を概略的に示す図。

【図21】回収チャンバの構造の1例を概略的に示す図。

【図22】鉛の沸点（蒸気圧）の温度依存性を示すグラフ。

【図23】処理対象物体である実装基板の処理前の様子を模式的に示す図。

【図24】構成樹脂が分解された実装基板の様子を模式的に示す図。

【図25】鉛が気化する様子を模式的に示す図。

【図26】回路基板と電子部品とが分離した様子を模式的に示す図。

【図27】各種金属の沸点（蒸気圧）の圧力依存性を示すグラフ。

【図28】各種酸化物の生成自由エネルギーとその温度依存性を示すグラフ。

【図29】本発明の処理装置の1例を模式的に示す図。

【図30】本発明の処理装置の隔壁を模式的に示す図。

【図31】本発明の処理装置の1例を模式的に示す図。

【図32】本発明の処理装置を用いた実装基板の処理スキームを模式的に示す図。

【図33】処理対象物体である回路基板の処理前の様子を模式的に示す図。

【図34】構成樹脂が分解された回路基板の様子を模式的に示す図。

【図35】表面張力により銅が粒状に集まる様子を模式的に示す図。

【図36】処理対象物体である樹脂被覆アルミニウム箔の処理前の様子を模式的に示した図。

【図37】構成樹脂が分解された樹脂被覆アルミニウム箔の様子を模式的に示す図。

【図38】樹脂被覆アルミニウム箔から分離されたアルミニウム箔を模式的に示す図。

【符号の説明】

10……処理装置

20……熱分解炉

25……シュレッダー

30……ガス分解器

40 40……冷却塔

50……減圧加

61

熱炉
 51……パージ室
 気密室
 53……冷却室
 応ろ過器
 54a, 54b, 54c, 54d……隔壁
 55……排気系
 チャンバ
 100……減圧加熱装置
 ジ室
 102……第1の気密室
 の気密室
 104……冷却室
 106……排気系
 ップ
 108……キャリアガス導入弁
 ヒータ
 110……排気系
 チャンバ
 112……キャリアガス導入弁
 ヒータ
 114……排気系
 チャンバ
 116……排気系
 リアガス導入弁

52……第1の

70……中和反

60……回収チ

101……パー

103……第2

105……扉

107……トラ

109……電熱

111……回収

113……電熱

115……回収

117……キャ

10

20

118……トラップ
 シャー
 131……ドローワー
 対象物体
 200……制御盤
 センサ
 202……圧力センサ
 濃度センサ
 204……キャリアガスリザバ
 1300……実装基板
 箔
 1302……樹脂
 路基板
 1304……電子部品
 ッケーシ樹脂
 1306……リード端子
 b-Sn系ハンダ合金
 1308……鉛
 2300……回路基板
 箔
 2302……樹脂
 脂被覆アルミニウム箔
 2601……アルミニウム
 脂

62

130……アッ

150……処理

201……温度

203……酸素

1301……銅

1303……回

1305……パ

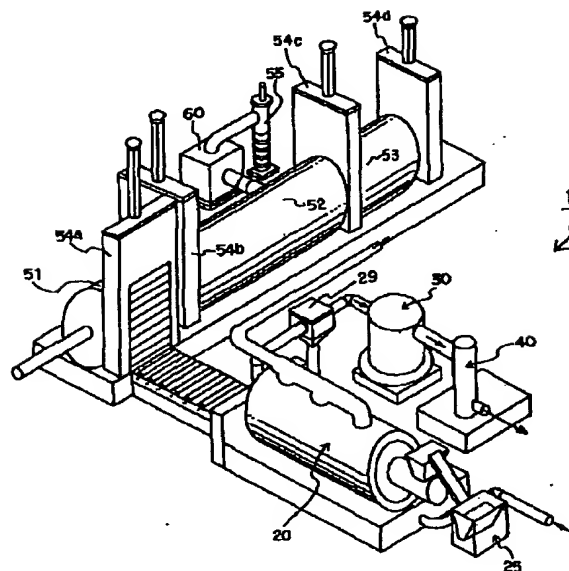
1307……P

2301……銅

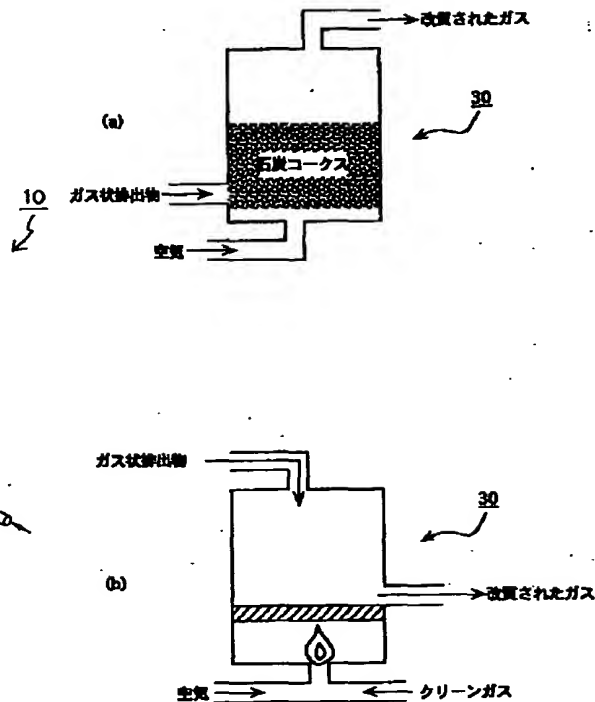
2600……樹

2602……樹

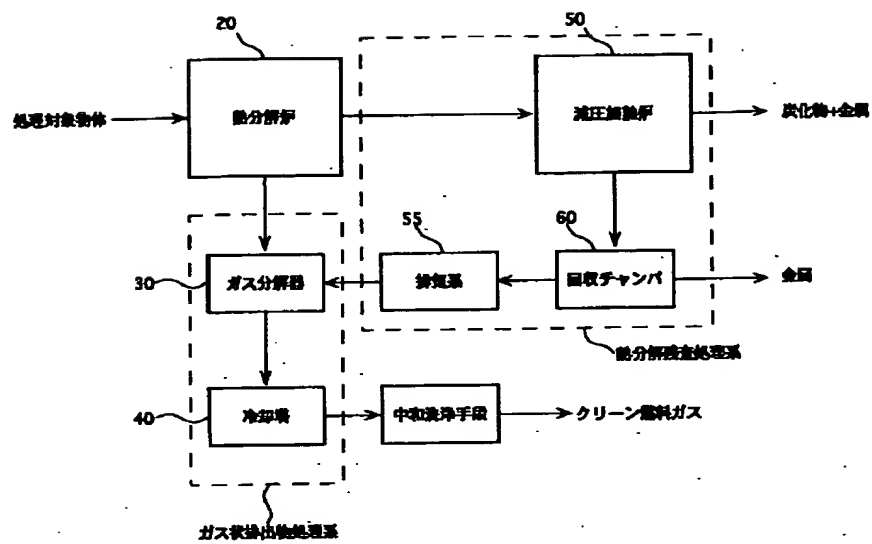
【図1】



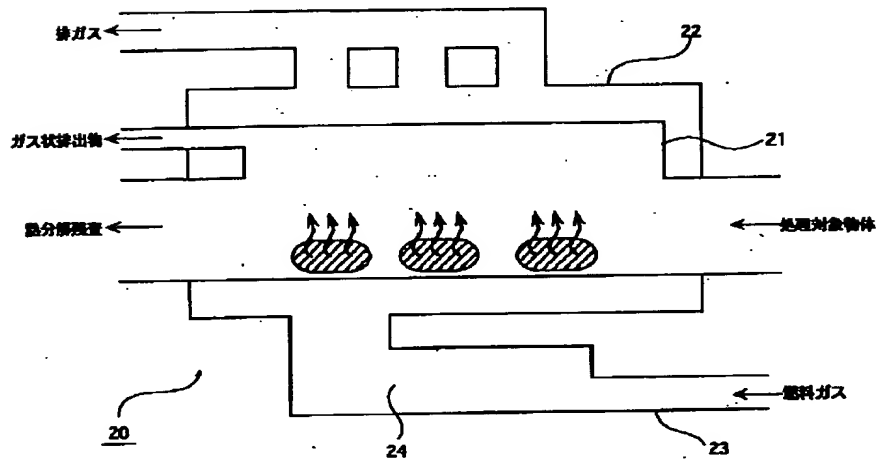
【図4】



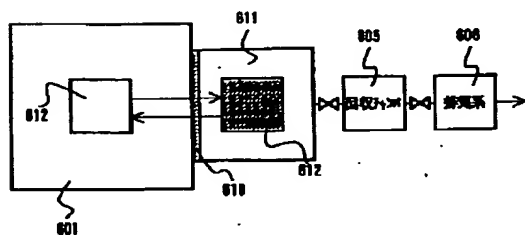
【図2】



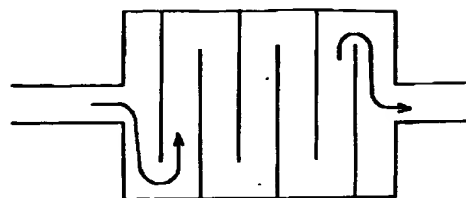
【図3】



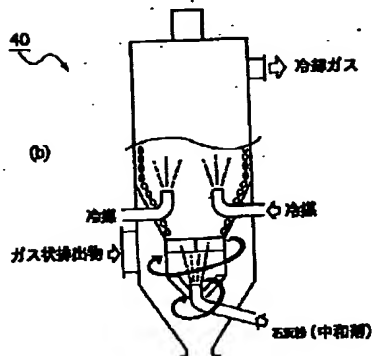
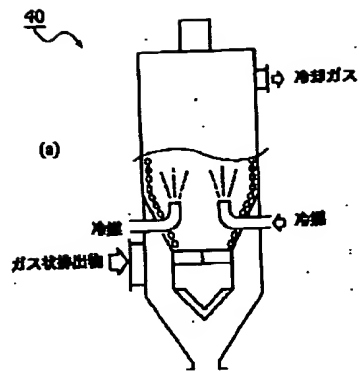
【図18】



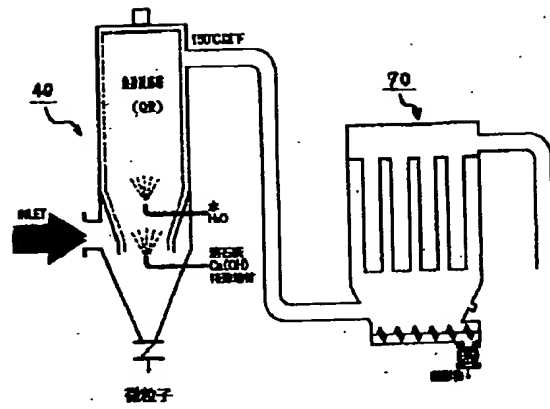
【図20】



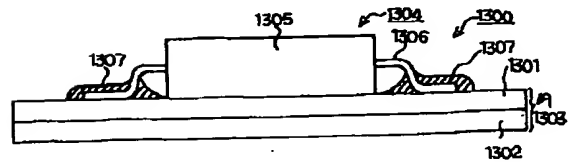
【図5】



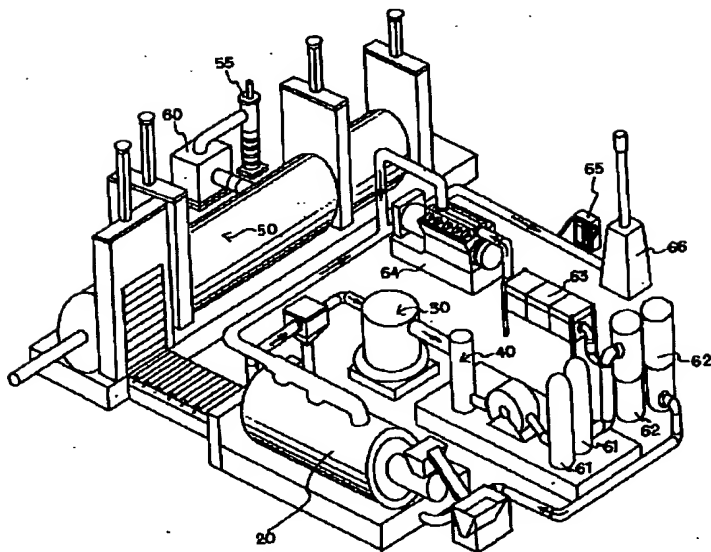
【図6】



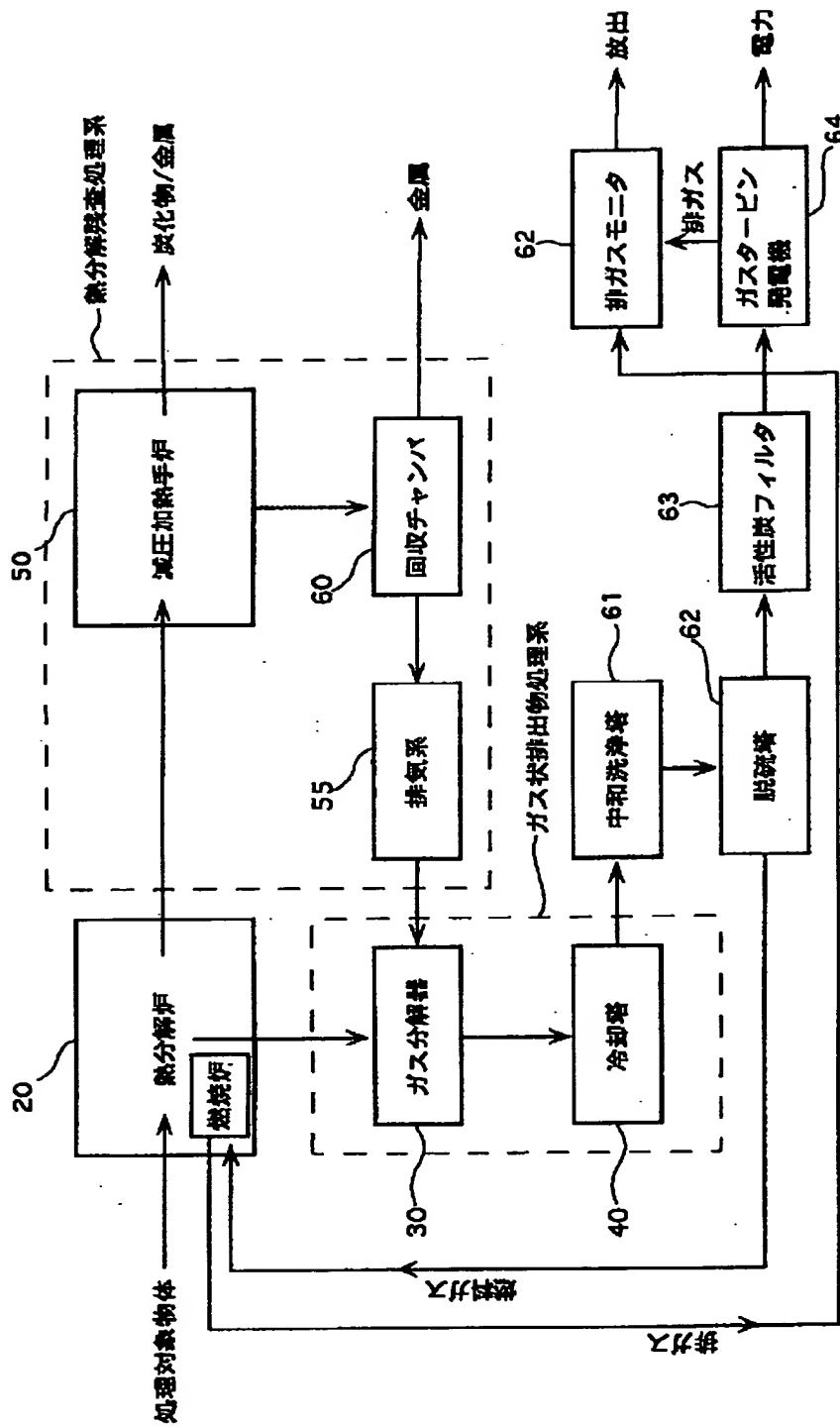
【図23】



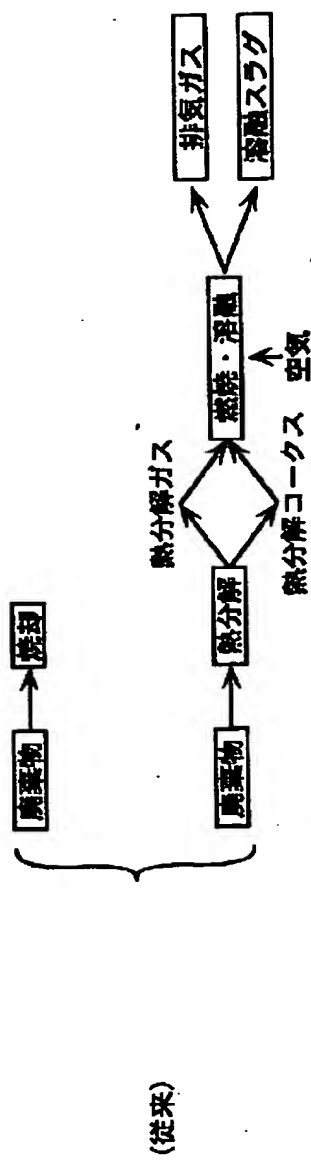
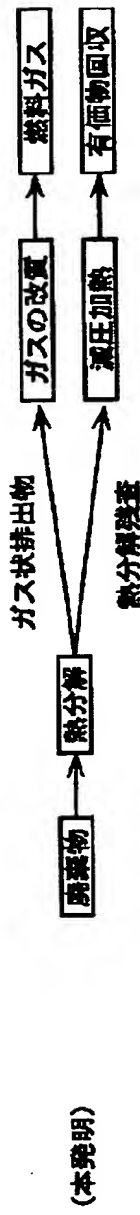
【図7】



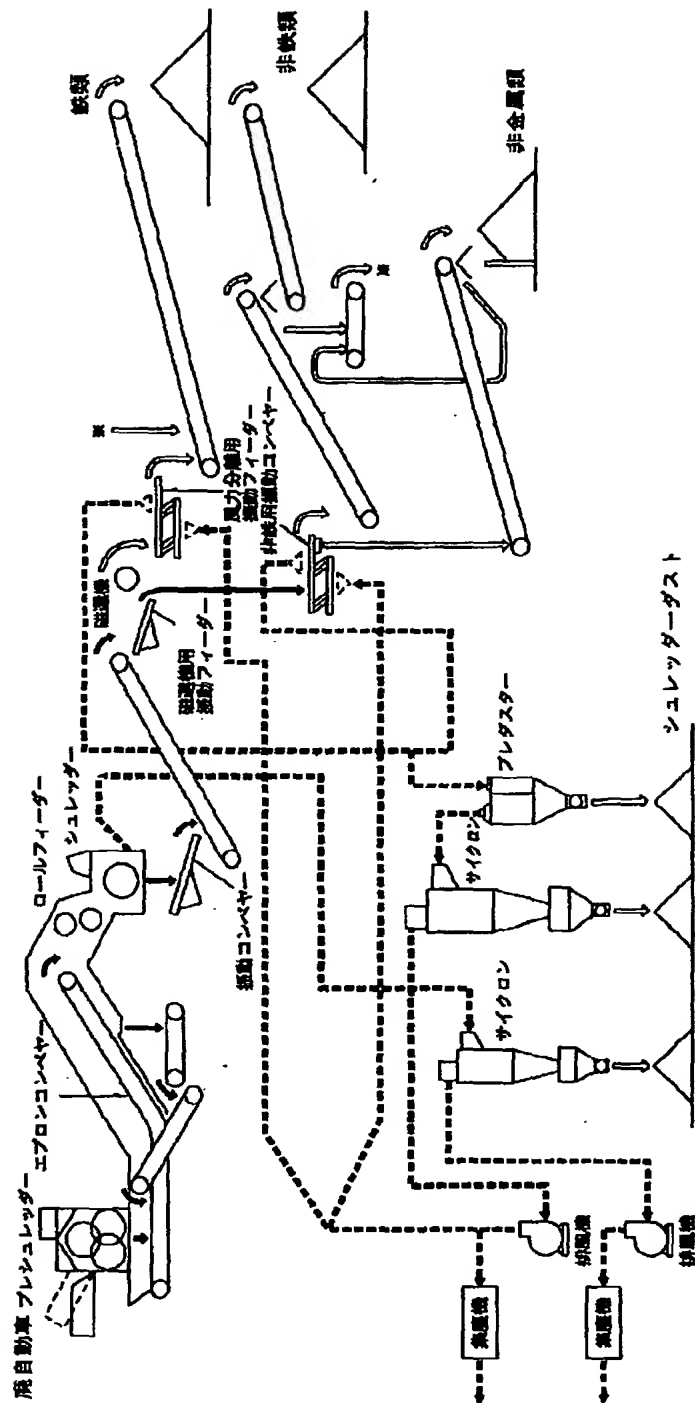
【図8】



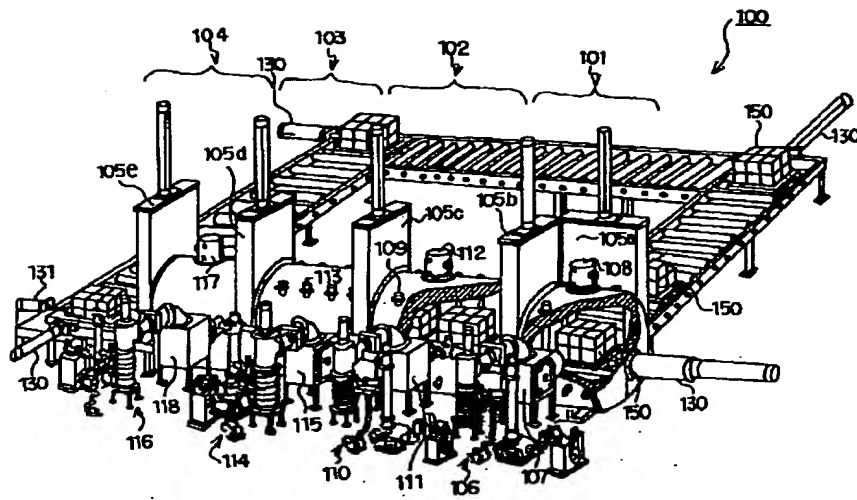
【図9】



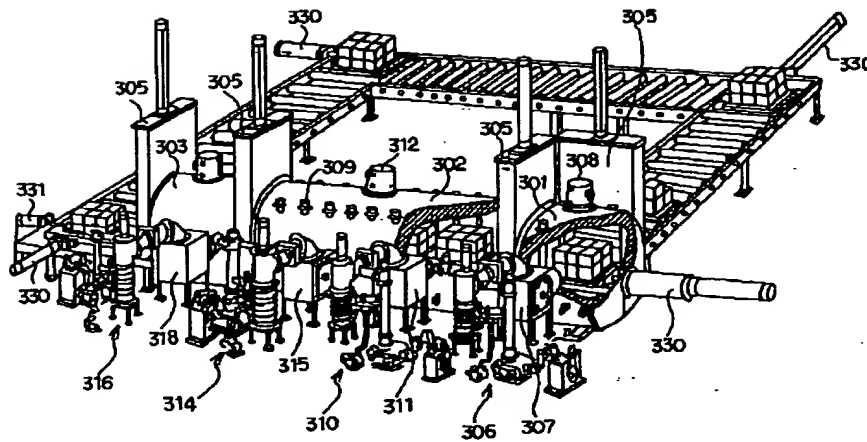
【図10】



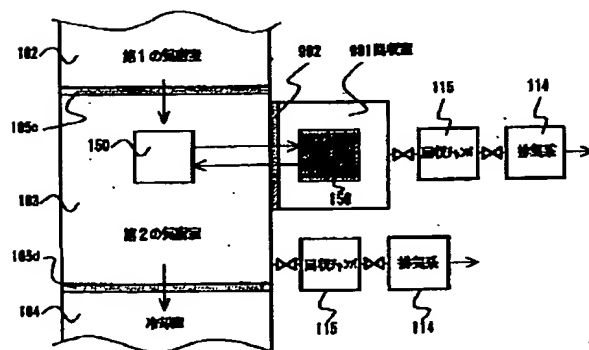
【図11】



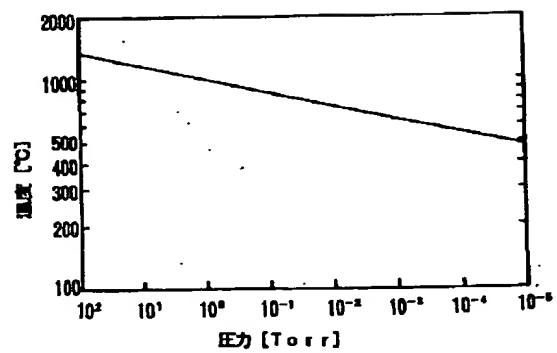
【図13】



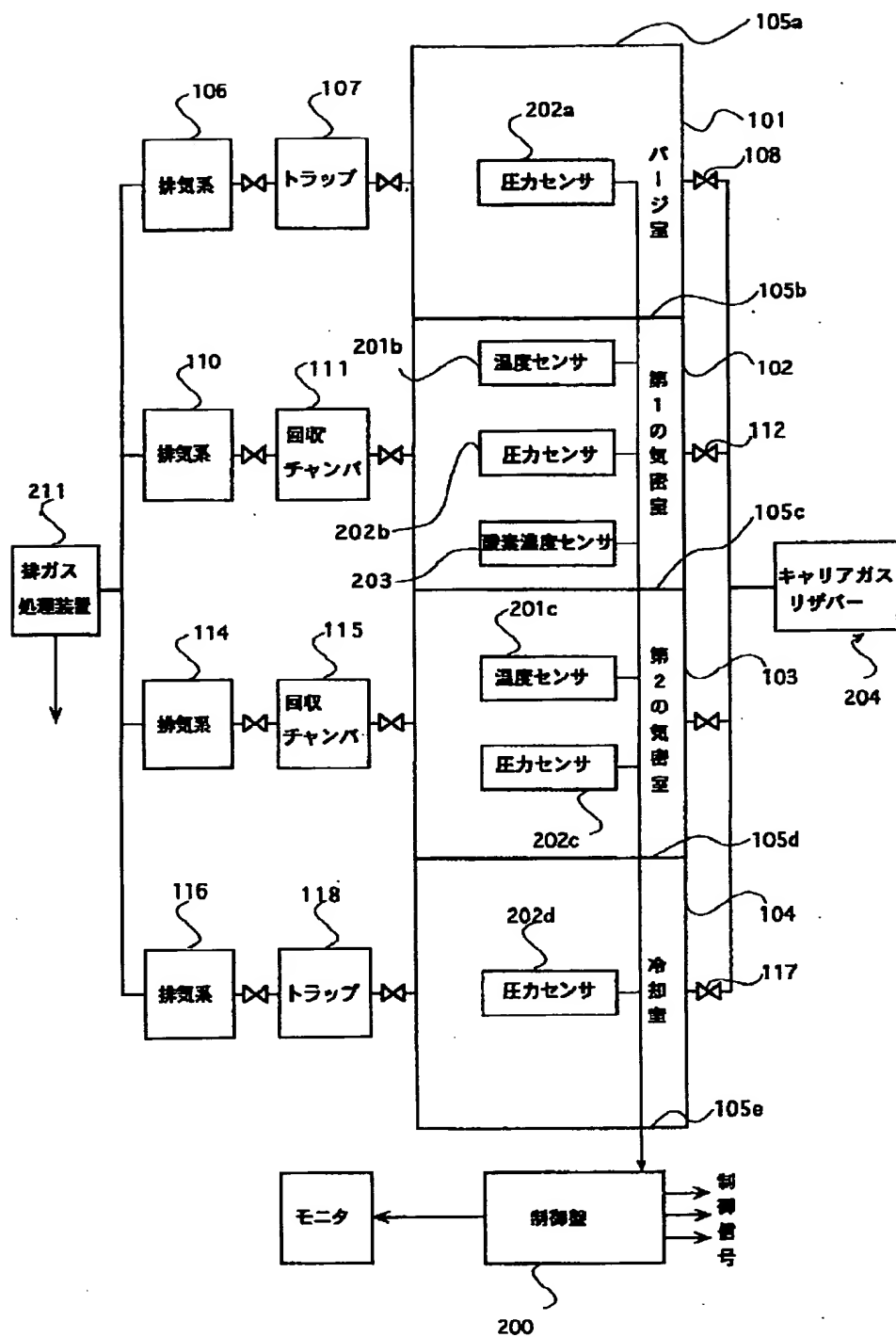
【図19】



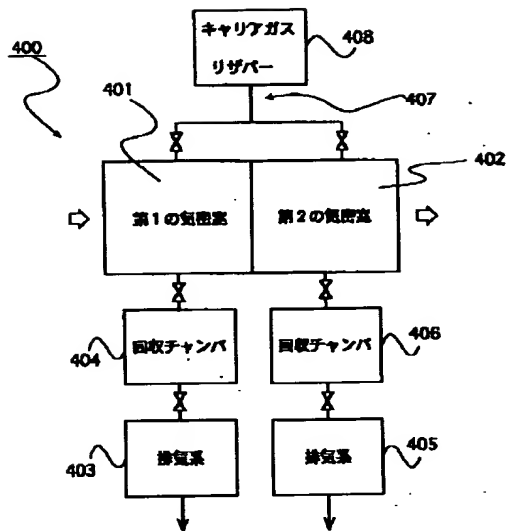
【図22】



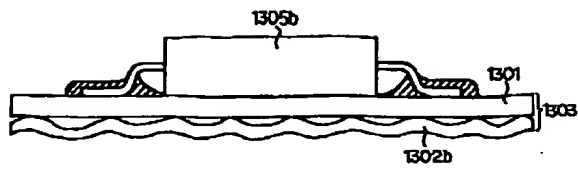
【図12】



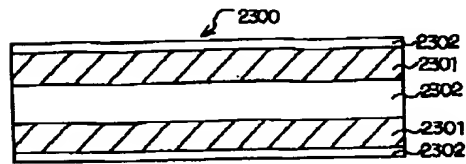
【図14】



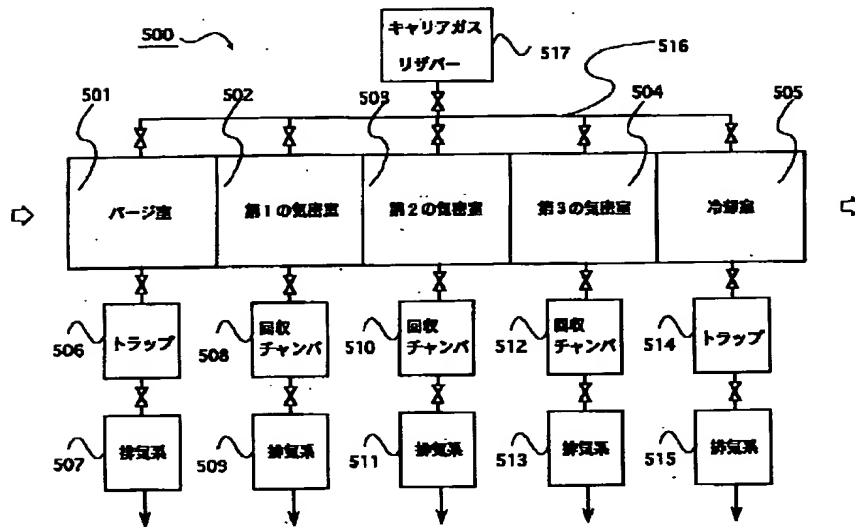
【図24】



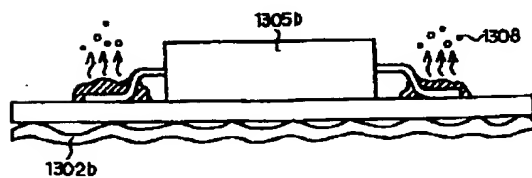
【図33】



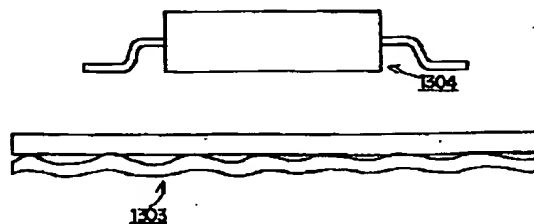
【図15】



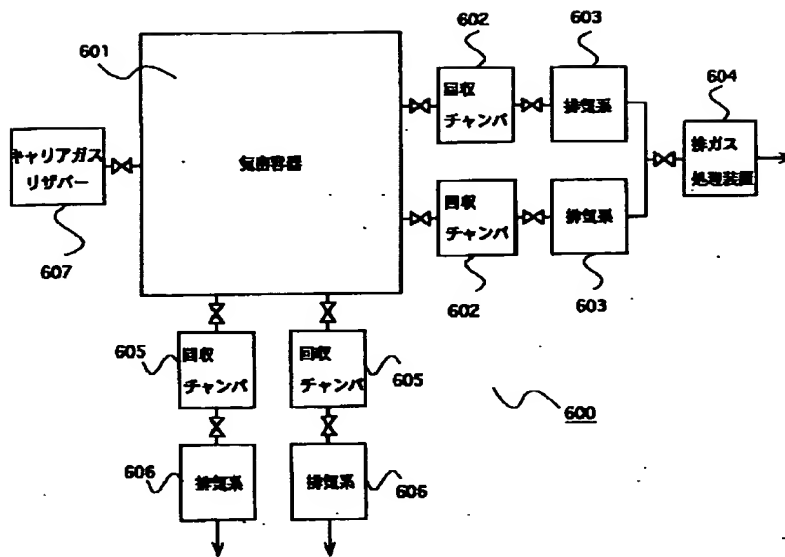
【図25】



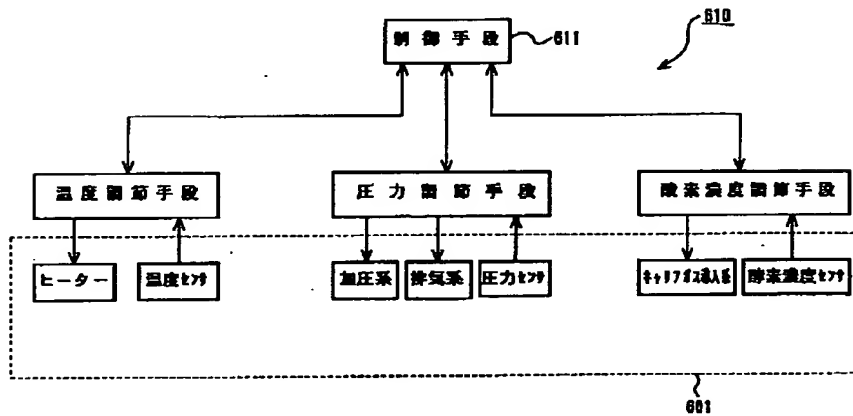
【図26】



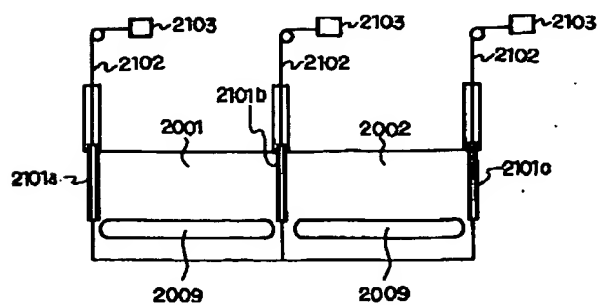
【図16】



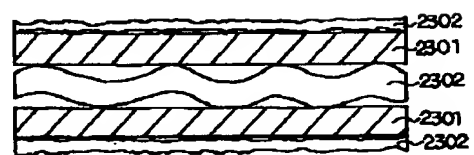
【図17】



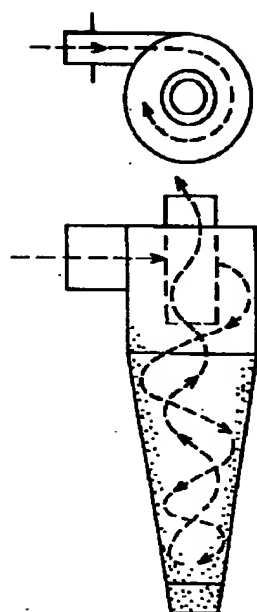
【図30】



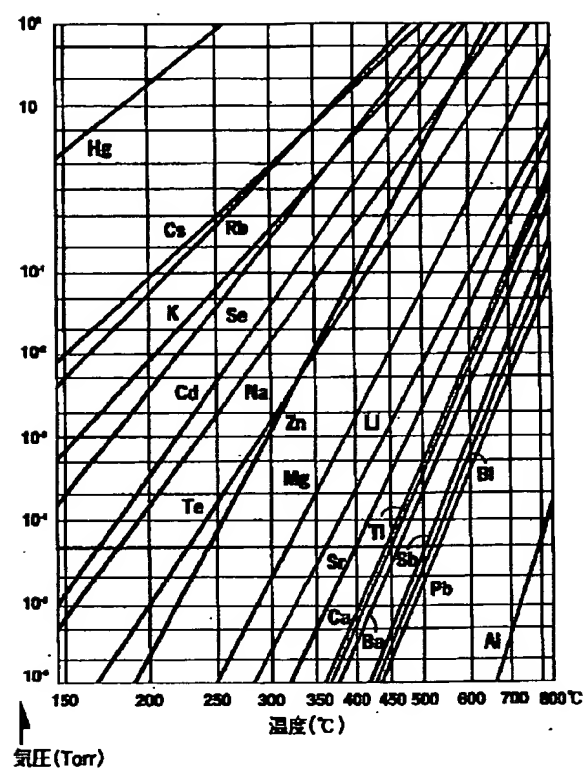
【図34】



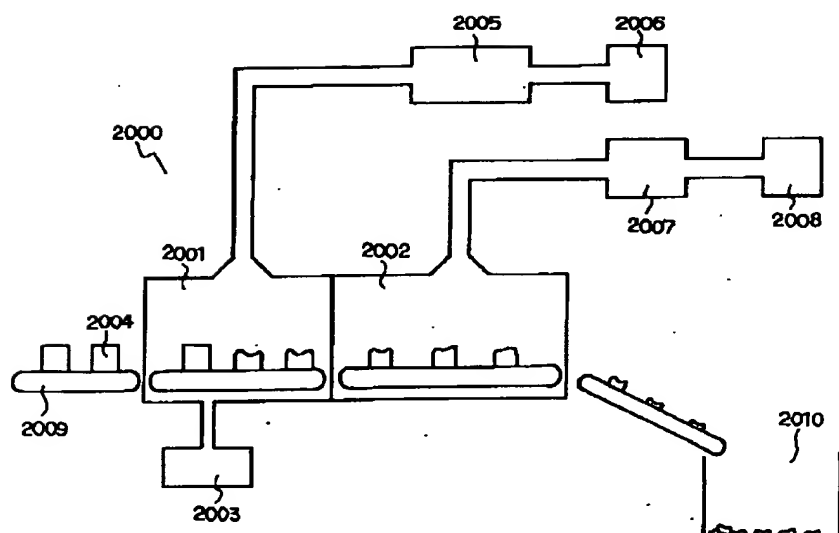
【図21】



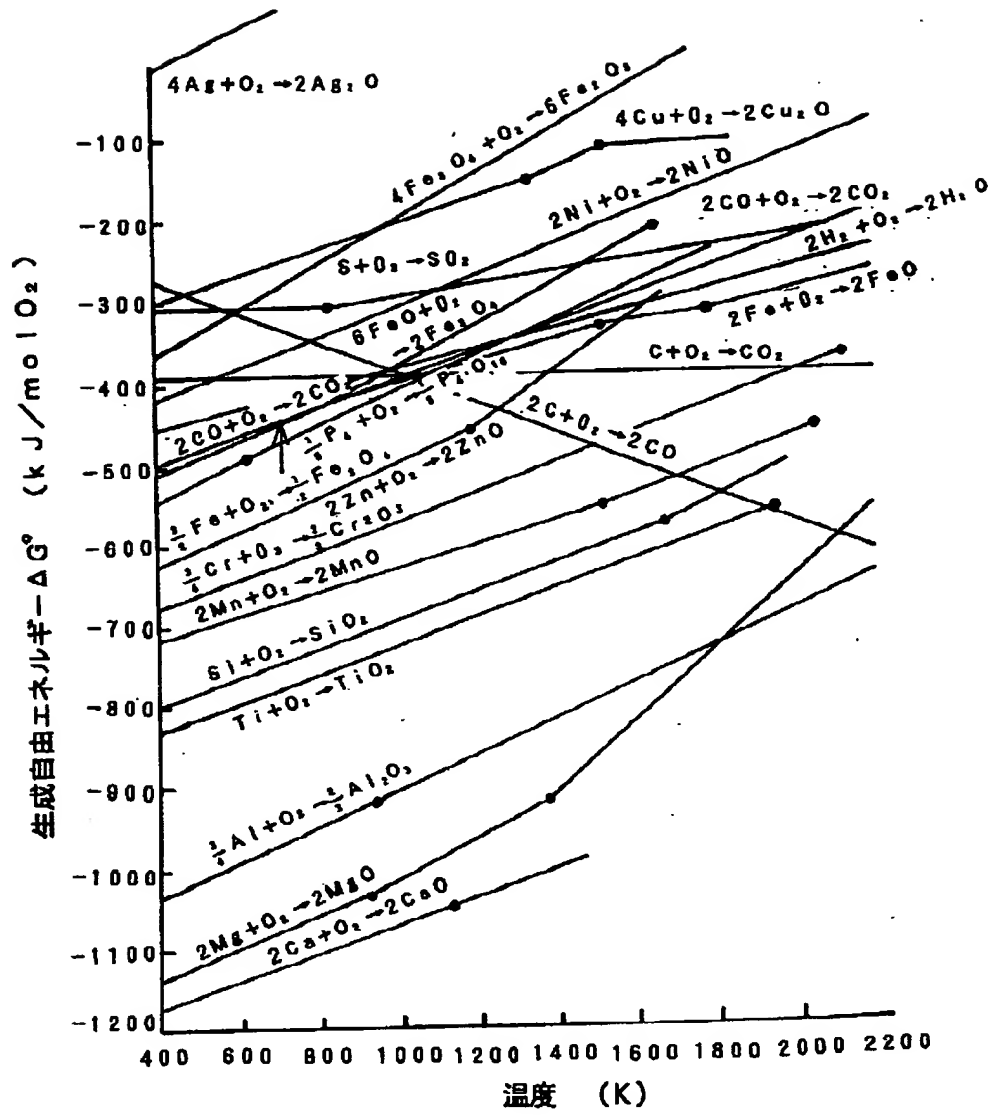
【図27】



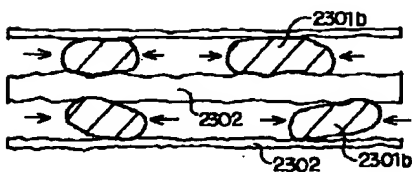
【図29】



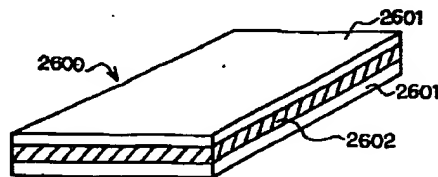
【図28】



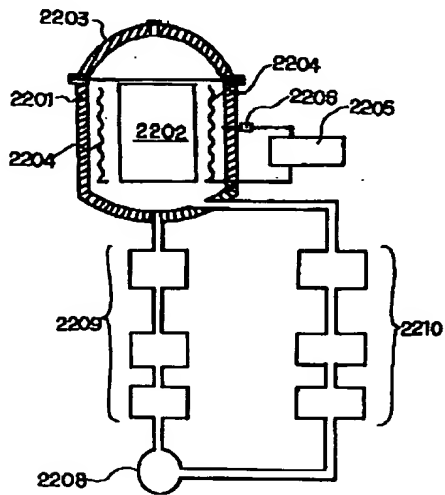
【図35】



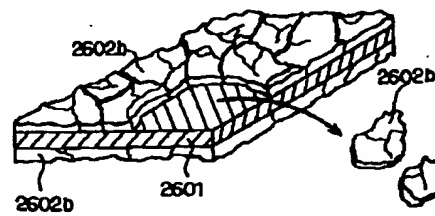
【図36】



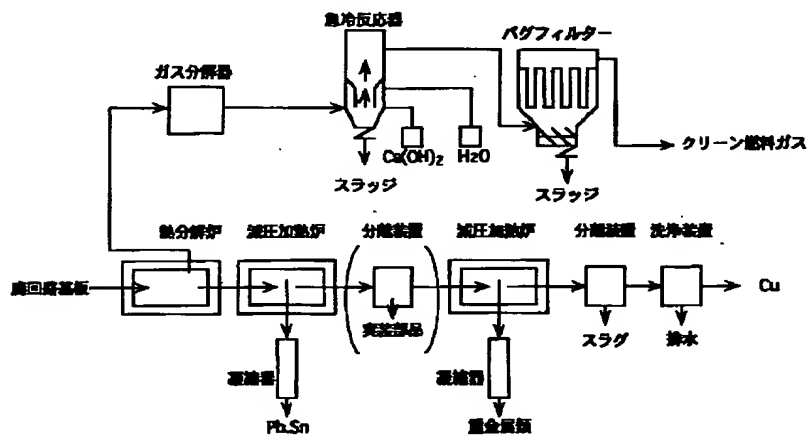
【図31】



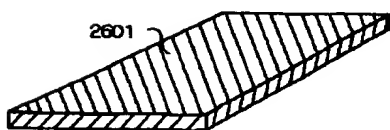
【図37】



【図32】



【図38】



フロントページの続き

(72)発明者 親里 直彦

神奈川県横浜市磯子区新杉田町8番地 株
式会社東芝横浜事業所内

(72)発明者 古屋 富明

神奈川県横浜市磯子区新杉田町8番地 株
式会社東芝横浜事業所内

(72)発明者 横山 芳昭

群馬県太田市高林寿町1807-1 オギハ
ラ・エコロジー株式会社内

(72)発明者 萩原 映久

群馬県太田市高林寿町1807-1 オギハ
ラ・エコロジー株式会社内

(72)発明者 萩原 嘉一郎

群馬県太田市高林寿町1807-1 オギハ
ラ・エコロジー株式会社内